



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES EN LA COMARCA DEL REGADIO DEL
DEPARTAMENTO DE ESTELÍ, 2018**

Para optar al título de ingeniero civil

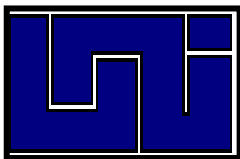
Elaborado por

Br. Jacob Moisés Kontorovsky Sánchez
Br. Mildred Karelia Mairena Hernández
Br. Oscar Emin Espinoza Lanuza

Tutor

M.Sc. José Ángel Baltodano Maldonado.

Managua, Noviembre 2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA
CONSTRUCCIÓN**



Managua 8 de Noviembre de 2018

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba

Decano FTC

Su despacho.

Estimado Dr. Ing. Gutiérrez:

Reciba un saludo de mi parte, y al mismo tiempo le doy a conocer que he revisado el trabajo de monográfico titulado: **“DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMARCA DEL REGADIO DEL DEPARTAMENTO DE ESTELÍ, 2018”**, realizado por los bachilleres: Jacob Moisés Kontorovsky Sánchez, Mildred Karelía Mairena Hernández y Oscar Emin Espinoza Lanuza para optar al título de Ingeniero Civil.

Este trabajo de monografía fue desarrollado de forma independiente por el sustentante y cumple con todos los requisitos para ser presentada y defendida ante el jurado que usted designe.

Sin más a que hacer referencia, se despide de usted,

Atentamente,

***M.Sc. Ing. José Ángel Baltodano M.
Tutor***



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DECANATURA

DEC-FTC-REF-No.021
Managua, Enero 26 del 2018

Bachilleres

JACOB MOISÉS KONTOROVSKY SÁNCHEZ
MILDRED KARELIA MAIRENA HERNÁNDEZ
OSCAR EMIN ESPINOZA LANUZA

Su atención

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado **"DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMARCA DEL REGADIO DEL DEPARTAMENTO DE ESTELÍ, 2018"**. Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que **Ing. José Ángel Baltodano Maldonado**, sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el **26 de Julio del 2018**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.



Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba
Decano

CC: Protocolo
Tutor
Archivo*Consecutivo
IJGG*Dara

Dedicatoria

Dedicamos el presente trabajo monográfico a Dios y nuestras familias, quienes en todo momento nos han apoyado; en lo académico y personal, principalmente a nuestros padres quienes han sido un pilar fundamental en nuestra formación profesional y en todas nuestras etapas de la vida, sembrando buenos valores y buenas costumbres, ellos son los principales protagonistas de este sueño alcanzado.

A nuestro tutor Msc. José Ángel Baltodano quien estuvo con nosotros asesorándonos para desarrollar nuestro proyecto de titulación.

Br. Jacob Moisés Kontorovsky Sánchez

Br. Mildred Karelia Mairena Hernández

Br. Oscar Emin Espinoza Lanuza

Agradecimiento

Extendemos nuestro agradecimiento en primera instancia a Dios por iluminarnos en el transcurso de nuestra carrera otorgándonos salud, bienestar en las diferentes etapas de la vida; nuestra familia por impulsarnos en cada obstáculo presentado y no dejarnos retroceder para alcanzar nuestro objetivo.

Br. Jacob Moisés Kontorovsky Sánchez

Br. Mildred Karelia Mairena Hernández

Br. Oscar Emin Espinoza Lanuza

Resumen

En el presente trabajo de investigación monográfica se describe cada uno de los aspectos necesarios para llegar al sistema de abastecimiento de agua potable de la comarca del regadío y el alcantarillado sanitario, con un periodo de 20 años (2018-2038).

El sistema de abastecimiento de agua potable fue diseñado con las normas rurales del INAA, de igual manera con el diseño de la letrina de foso seco ventilado.

El documento también posee una memoria de diseño y aspectos generales necesarios para los cálculos de la investigación.

Esta investigación cuenta con 5 capítulos los cuales son los siguientes:

Capítulo 1: Aspectos generales.

Este capítulo detalla la introducción del tema con la justificación, antecedentes de la comarca del Regadío y los objetivos en los que se basa la investigación.

Capítulo 2: Marco teórico.

Se describen conceptos importantes sobre los temas que abarcan la investigación de acuerdo al uso de los objetivos de la investigación.

Capítulo 3: Diseño metodológico.

En este capítulo se plantean las fórmulas necesarias de la investigación de acuerdo a los objetivos propuestos, de igual manera se tomaron en cuenta tablas y normas establecidas por el INAA.

Capítulo 4: Análisis de resultados.

Tomando en cuenta las fórmulas empleadas, se obtuvieron resultados de cálculos, tablas, gráficos y planos de diseño de la investigación.

Estos análisis de resultados van detallados según al objetivo trabajado; estos objetivos van de la siguiente manera:

En el estudio socio económico se muestran los resultados obtenidos de las encuestas realizadas en la comunidad, donde fueron procesadas y analizadas.

En el diagnóstico de la red de abastecimiento de tubería actual de la comarca se muestran los procedimientos que se hicieron para afirmar si el sistema cumple con la demanda de servicio.

En el rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable se tomaron en cuenta cálculos y criterios de diseño para obtener una propuesta adecuada según la demanda de diseño.

El saneamiento de agua residual se realizó una propuesta de una letrina para un servicio adecuado a la población basándonos en los resultados del estudio socio económico.

Para el costo y presupuesto se elaboró tomando en cuenta las normas establecidas por el FISE.

Índice

Capítulo I: Generalidades	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
Capítulo II: Marco teórico	5
2.1. Estudio socioeconómico.....	5
2.1.1. Factores socio económicos	5
2.1.1.1. Sector social.....	5
2.2. Cálculo geométrico para determinar la población futura	5
2.3. Diagnóstico de la red de distribución actual de agua potable.....	6
2.3.1. Diagnóstico.....	6
2.3.2. Población.....	6
2.3.3. Demanda.....	6
2.3.4. Red de distribución de agua potable	6
2.3.5. Normas técnicas de diseño	7
2.3.5.1. Dotaciones	7
2.3.5.2. Calidad del agua.....	7
2.3.5.3. Periodo de diseño.....	8
2.4. Rediseño de la red de distribución de agua potable.....	8
2.4.1. Fuente	8

2.4.1.1. Aguas subterráneas	8
2.4.2. Diseño de una red de distribución	8
2.4.2.1. Red de distribución abierta	9
2.4.3. Levantamiento topográfico	9
2.5. Diseño de alcantarillado sanitario y planta de saneamiento.....	10
2.5.1. Alcantarillas	11
2.5.1.1. Diámetro mínimo de las alcantarillas.....	11
2.5.2. Pozos de visita	11
2.5.3. Procesos de tratamiento preliminar de aguas residuales	12
2.5.4. Letrinas y saneamiento residual	12
2.6. Costo y presupuesto del proyecto	12
Capítulo III: Diseño metodológico.....	13
3.1. Estudio socioeconómico.....	13
3.2. Diagnóstico de la red de distribución actual de agua potable.....	14
3.2.1. Dotaciones	14
3.2.2. Aforo de la fuente de abastecimiento de agua potable.....	14
3.2.3. Diagnóstico del tanque de captación.....	15
3.2.4. Calidad del agua.....	15
3.3. Rediseño de la red de distribución de agua potable.....	15
3.3.1. Coeficiente de capacidad hidráulica	16
3.3.2. Levantamiento topográfico del lugar.....	16
3.3.3. Equipo de bombeo	17
3.3.3.1. Diámetro de la tubería	17
3.3.3.2. Carga total dinámica.....	17
3.3.3.3. Potencia de la bomba.....	20

a. Potencia hidráulica de la bomba.....	20
b. Potencia analítica del equipo de bombeo	20
3.3.4. Presiones.....	20
3.3.4.1. Línea de conducción.....	20
a. Diámetro más económico	21
3.3.4.2. Velocidad.....	21
3.3.4.3. Golpe de ariete	21
a. Calculo de celeridad	22
a-1. Calculo de tiempo de cierre.....	22
a-2. Presión total	23
3.4.5. Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable.....	24
3.4.5.1. Pérdidas por fricción	24
3.4.5.2. Tanque	25
3.5. Diseño de saneamiento residual en letrinas	26
3.5.1. Letrina.....	26
3.5.1.1. Tipos de letrinas	26
a. Letrina de Foso Seco	26
b. Letrina de foso Ventilado (LFV)	26
c. Letrina Abonera Seca Familiar (LASF)	26
d. Letrina Elevada de Cámara Seca Ventilada (LECSV)	27
3.5.2. Recomendaciones del mantenimiento del uso de letrinas.....	27
3.6. Costos y presupuestos	28
Capítulo IV: Análisis y presentación de resultados.....	29
4.1. Describir la situación socioeconómica de la comarca del Regadío	30
4.1.1 Estudio socioeconómico	30

4.1.2. Cálculo del índice de crecimiento poblacional del Regadío.....	49
4.2. Diagnóstico de la red de distribución actual de agua potable.....	51
4.2.1. Demanda del agua potable.....	51
4.2.2. Aforo de la fuente	57
4.2.3. Valoración del tanque de almacenamiento de agua potable actual.....	59
4.2.4. Pruebas físicas y químicas del agua de la fuente.....	60
4.3. Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable.....	62
4.3.1. Levantamiento topográfico	62
4.3.2. Línea de conducción	64
4.3.2.1. Demanda de los nodos.....	66
a. Demanda de los nodos con el consumo total	66
b. Demanda de los nodos con el consumo máximo diario	68
c. Demanda de los nodos con el consumo máximo horario	70
d. Demanda de los nodos sin consumo.....	72
4.3.3. Equipo de bombeo	74
4.3.3.1. Diámetro de la tubería del sistema de bombeo	75
4.3.3.2. Carga total dinámica (CTD)	75
a. Nivel más bajo del agua durante el bombeo	75
b. Carga estática de la descarga	75
c. Longitud de la columna.....	75
d. Pérdida de la columna dentro del pozo	76
e. Pérdida de la descarga.....	76
f. Potencia hidráulica de la bomba.....	77
g. Potencia analítica del equipo de bombeo	77
4.3.4. Presiones.....	77

4.3.4.1. Velocidad.....	77
4.3.4.2. Golpe de ariete	78
a. Cálculo de la celeridad	78
b. Tiempo de cierre.....	78
c. Presión total.....	78
4.3.5. Resultados del software EPANET	79
4.3.5.1. Embalse.....	79
a. Curva de la bomba de diseño.....	79
4.3.5.2. Tanque de almacenamiento de agua potable.....	80
4.3.5.3. Resultados de los nodos	81
a. Resultados de los nodos con el consumo total.....	81
b. Resultados de los nodos con el consumo máximo horario.....	83
c. Resultados de los nodos con el consumo máximo diario	85
d. Resultados de los nodos sin consumo	87
4.3.5.4. Resultados de las tuberías	89
a. Resultados de las tuberías con el consumo total	89
b. Resultados de las tuberías con el consumo máximo diario	91
c. Resultados de las tuberías con el consumo máximo horario.....	93
d. Resultados de las tuberías sin consumo	95
4.3.5.5. Diagrama de la red de distribución de agua potable	98
a. Diagrama con el consumo total	99
b. Diagrama con el consumo máximo diario.....	100
c. Diagrama con el consumo máximo horario	101
d. Diagrama sin consumo	102
4.3.5.6. Diseño del sistema de la red de distribución de agua potable	104

4.4. Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario.....	104
4.4.1. Diseño de letrina y saneamiento	106
4.4.1.1. Letrina de foso seco Ventilado	106
4.4.1.2. Dimensiones de la letrina de foso seco ventilado	107
4.4.1.3. Diseño de la letrina de foso seco ventilado	109
4.5. Costo y presupuesto.....	112
4.5.1. Costo y presupuesto del sistema de red de abastecimiento de agua.....	112
4.5.2. Costo y presupuesto de una letrina de foso seco ventilado.....	116
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones	119
5.1. Conclusiones	119
5.2. Recomendaciones.....	121
Bibliografía.....	122
Anexos	

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

Capítulo I: Generalidades

1.1. Introducción

El agua es una necesidad fundamental de la humanidad; es uno de los servicios básicos de mayor importancia para una comunidad y sus pobladores, ya que el vital líquido facilita el desarrollo socio económico y sanitario. En el sector rural de Nicaragua generalmente se encuentra en condiciones económicas desfavorables, que no son suficiente para satisfacer los servicios básicos de una vivienda, mayormente en las zonas rurales no se cuenta con un sistema de abastecimiento de agua lo que afecta el nivel de vida de sus pobladores.

La comarca del Regadío presenta una carencia del servicio de agua potable, debido a que la fuente no cumple con la demanda de la población actual, además, el sistema de abastecimiento de agua ya cumplió con su periodo de diseño.

La investigación cuenta con una propuesta de un rediseño de abastecimiento de agua potable y un sistema de tratamiento de aguas residuales, con el uso de una letrina de foso seco ventilado.

Para el presente trabajo se consultaron las normas necesarias que conlleva la investigación, tanto para el sistema de agua potable y el tratamiento de agua residual; con el uso de las Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99), también se analizaron aspectos necesarios para complementar el trabajo como el levantamiento topográfico, aforo de la fuente principal y pruebas físico y químicas del agua.

1.2. Antecedentes

El abastecimiento de agua potable de la comarca del Regadío proviene de los ojos de agua del cerro el Paraisito, la Tejera y la Ceiba ubicado a las afueras de la misma comarca, con un sistema de conducción que funciona por gravedad.

Cabe mencionar, que en el año 1960 se construyó un mini acueducto para abastecer la hacienda del señor José María Briones con el objetivo de venderla a sus trabajadores; en el año 1975 se construyó otro Mini acueducto cercano a la fuente de la Ceiba esta es llamada la Tejera con el fin de abastecer el sector del Valle Arriba.

El problema del abastecimiento de agua se gestiona en el año 1984 ante el señor Pedro Rodolfo Moncada en una fuente ubicada en su propiedad llamada el Paraisito, el señor Moncada sede la fuente el Paraisito a la comarca; la junta directiva lleva a cabo un proyecto de agua ante INAA COSUDE el cual fue aprobado y se construye el acueducto con un filtro de captación en la fuente, una pila de almacenamiento de 5000 galones y una red de distribución con 27 puestos públicos.

En el año 2000 se construye una nueva pila de 6000 galones de agua financiado por el Movimiento por la paz, la acción forestal y el medio ambiente (MOPAFMA).

En el año 2001 se construye una red de distribución nueva y se construyeron 120 letrinas financiadas por el Fondo de Inversión Social para Emergencias (FISE).

En los años 2006 y 2007 se presenta un grave problema de abastecimiento de agua debido al mal estado de los filtros de captación y por las sequias dadas en este periodo; por lo tanto, el desespero de la población al no obtener agua instala mangueras al pie de las fuentes, provocando contaminación bacteriológica, diagnosticados por el MINSA y ENACAL. (Olivas, 2015)

1.3. Justificación

La comarca del Regadío ha sido afectada por el limitado acceso de abastecimiento de agua potable y saneamiento de agua residual, esto surge debido al incremento poblacional y las sequias que se han generado a lo largo del tiempo; generándose de esta manera la necesidad de realizar un estudio ingenieril con proyecciones futuras a largo plazo. Por lo tanto, la investigación se realizará con el objetivo de la elaboración de una propuesta de diseño de abastecimiento de agua potable y de saneamiento de agua residual la cual se regirá por las normas técnicas (NTON 09 003-99) establecidas por el país.

El proyecto será de beneficio socio-económico y ambiental para la población de la comarca; debido a que se tomaran en cuenta todos los factores que se presenten, tales como: cálculo del índice poblacional, topografía del lugar, rediseño de la red de distribución del agua, diseño de alcantarillado sanitario y diseño de planta residual; mediante los estudios técnicos y prácticos.

Con esta investigación se profundizo los conocimientos adquiridos durante el estudio de la carrera de ingeniería civil, lo cual permitirá vincular la teoría con la práctica.

Se tienen las siguientes razones por las cual se realizó la investigación: en primer lugar, porque el crecimiento de la población produce un incremento en el abastecimiento del agua, además de que no cuentan con sistema de saneamiento de las aguas residuales; en segundo lugar, con la propuesta metodológica se realizarán los diferentes cálculos y diseños técnicos de acuerdo a los requerimientos de las normas técnicas NTOM 09 003-99 y las leyes vigentes de Nicaragua; y por último, la motivación personal en aportar con la investigación a la comunidad y a sus líderes comunitarios para que puedan realizar gestiones ante las instituciones del Estado para llevar a cabo las diferentes obras propuesta en el diseño.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable y tratamiento de aguas residuales de la comarca del Regadío del departamento de Estelí.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Describir la situación socioeconómica de la comarca que permita el cálculo del índice de crecimiento poblacional del Regadío a través del método geométrico.
2. Diagnosticar la situación actual de la red de distribución de agua potable de la comarca del Regadío.
3. Rediseñar la red de distribución de agua potable aplicando las normas vigentes a través del levantamiento topográfico.
4. Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario con la planta de saneamiento de agua residual.
5. Determinar los costos del sistema de abastecimiento de agua potable y tratamiento de agua residual basados en guía de costos FISE y normas de la construcción.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Capítulo II: Marco teórico

Los ejes teóricos que guiarán la investigación son los siguientes: estudio socioeconómico, diagnóstico de la red de distribución de agua potable, diseño del sistema de agua residual, elaboración de los costos y presupuestos del proyecto.

2.1. Estudio socioeconómico

Un estudio socioeconómico es una investigación sobre un individuo o una sociedad, que se lleva a cabo empleando técnicas métricas acerca de la situación social y económica. (Morales, s.f.)

2.1.1. Factores socio económicos

El nivel o estatus socioeconómico es una medida total económica y sociológica combinada de la preparación laboral de una persona y de la posición económica y social individual o familiar en relación a otras personas, basada en sus ingresos, educación y empleo (Club ensayos, 2013)

2.1.1.1. Sector social

Las condiciones de vida de la población están ligadas al desempeño de los diferentes sectores sociales. Por ejemplo, la educación y la salud que fortalecen el capital humano necesario para la generación de ingresos, factor que a su vez determina el estado de pobreza de un hogar (Gobierno de Colombia, 2017)

2.2. Cálculo geométrico para determinar la población futura

Para el cálculo del crecimiento poblacional es necesario un método de estimación de poblaciones futuras, el cual supone que la población crece a la misma tasa que para el último período censal.

2.3. Diagnóstico de la red de distribución actual de agua potable

2.3.1. Diagnóstico

El diagnóstico es, un elemento básico que relaciona dos modelos a saber: el modelo real y el modelo ideal; entre los cuales se establece un juicio de valor que marca la diferencia del modelo real con el modelo ideal, es decir, hay una proposición categórica que señala, "como es" y "cómo debe ser " esta situación; la cual se proyectaran las acciones a realizar. (Arteaga Basurto, 2001)

2.3.2. Población

Una población se refiere al conjunto de personas que vive en un área geográfica determinada y cuyo número se calcula a instancias de una evaluación estadística. (DefinicionABC, 2017)

2.3.3. Demanda

La demanda es la solicitud para adquirir algún bien o servicio que la gente desee adquirir. Por lo tanto, comprende una amplia gama de bienes y servicios que pueden ser adquiridos a precios de mercado, bien sea por el consumidor o por el conjunto total de consumidores en un determinado lugar, a fin de satisfacer las necesidades de la población. (Economipedia, 2015)

2.3.4. Red de distribución de agua potable

Una red de distribución de agua potable es el conjunto de tuberías trabajando a presión, que se instalan en las vías de comunicación de los urbanismos y a partir de las cuales serán abastecidas las diferentes parcelas o edificaciones de un desarrollo.

Existen dos tipos de red de distribución las cuales son las siguientes:

Red abierta: este tipo de red de distribución se caracteriza por contar con una tubería Principal de distribución (la de mayor diámetro) desde la cual se distribuye en ramas que terminarán en puntos ciegos, es decir sin interconexiones con otras tuberías en la misma red de distribución de agua potable.

Red cerrada: en este tipo de red, se logra la conformación de mallas o circuitos a través de la interconexión entre los ramales de la red de distribución de agua potable. (Tutorialesaldía, 2013)

2.3.5. Normas técnicas de diseño

2.3.5.1. Dotaciones

Según INAA (2001), para determinar las cantidades de agua que se requiere para satisfacer las condiciones inmediatas y futuras de las zonas urbanas y rurales proyectadas, se recomienda usar los valores de consumo medio diario contenido en la tabla de las dotaciones de agua potable para los departamentos del país (Estelí-Nicaragua).

Se tomarán en cuenta las dotaciones adecuadas de acuerdo si en la localidad hay comercio, industrias, entre otros.

2.3.5.2. Calidad del agua

Para proteger la calidad del agua, el proyectista debe prever las condiciones presentes y futuras, para la preservación de las fuentes de agua evitando contaminaciones del tipo, doméstico, agrícola, industrial, o de cualquier otra índole.

2.3.5.3. Periodo de diseño

Cuando se trata de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario fijar la vida útil de todos los componentes del sistema; debe definirse hasta qué punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la localidad.

2.4. Rediseño de la red de distribución de agua potable

2.4.1. Fuente

Las fuentes abastecimiento de agua deben ser permanentes y suficientes. En cuanto a su presentación en la naturaleza, pueden ser fuentes superficiales (ríos, lagos, mar) o subterráneas (acuíferos). (Angarita, 2012)

2.4.1.1. Aguas subterráneas

Las aguas subterráneas son aquellas que se filtran y saturan en el suelo o las rocas, se almacena y a su vez abastece a cuerpos de aguas superficiales, así como a los manantiales y acuíferos. (INAA, 2011)

2.4.2. Diseño de una red de distribución

En el diseño de la red de distribución, se requiere de un buen criterio, sobre todo en localidades en la que los planes reguladores del desarrollo de las mismas.

La red de distribución tiene una función de gran importancia por cumplir; esta función consiste en suministrar la suficiente agua potable de una forma sanitariamente segura a los consumidores. (Ministerio de Construcción y Transporte, 1989)

2.4.2.1. Red de distribución abierta

El dimensionamiento de las redes abiertas o ramificadas se realizará de acuerdo con

los siguientes criterios:

1. Se admitirá que la distribución del caudal sea uniforme a lo largo de la longitud de cada tramo.
2. La pérdida de carga en el ramal será determinada para un caudal igual al que se verifica en su extremo.
3. Cuando por las características de la población se produzca algún gasto significativo en la longitud de la tubería, éste deberá ser considerado como un nudo más.
4. Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0.10 litros por segundo para el diseño de los ramales. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

2.4.3. Levantamiento topográfico

A partir del análisis socioeconómico se prosigue con el levantamiento topográfico el cual consiste en los siguientes aspectos:

Para Meléndez Cruz (2008), la topografía es una ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de puntos sobre la superficie de la tierra, así como debajo de la misma, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección. La topografía explica los procedimientos y operaciones del trabajo de campo, los métodos de cálculo o procesamiento de datos y la representación del terreno en

un plano o dibujo topográfico a escala. El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos en la superficie de la tierra, tanto en planta como en altura, los cálculos correspondientes y la representación en un plano es lo que comúnmente se llama "Levantamiento Topográfico".

La topografía plana se encarga de la medición de terrenos y lotes o parcelas de áreas pequeñas, proyectados sobre un plano horizontal, despreciando los efectos de la curvatura terrestre.

El motivo de la topografía plana consiste en el desarrollo de los levantamientos topográficos que tienen por finalidad el cálculo de la superficie o áreas, volúmenes, distancias, direcciones y la representación de las medidas tomadas en el campo mediante el diseño de los planos topográficos correspondientes.

En la ingeniería civil, se requieren levantamientos topográficos, antes, durante y después de la planeación y construcción de carreteras, edificios, puentes, canales, sistemas de drenaje, sistemas de aprovisionamiento de agua potable (acueductos), conducción de aguas negras (alcantarillados), entre otras actividades.

2.5. Diseño de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de agua residual

Antes de iniciar el diseño de un sistema de alcantarillado, el proyectista deberá tener un buen conocimiento del área donde se pretende implantar el sistema, por consiguiente, es necesario proceder con una investigación, de todas las condiciones que puedan significar aporte de datos para un diseño equilibrado, de costo razonable y capaz de llenar las necesidades básicas de la obra que se desea construir.

Los estudios básicos deberán incluir los siguientes: Geológicos, geotécnicos, sanitarios, hidrológicos, obras existentes, topográficos y misceláneos.

La determinación de la cantidad de aguas residuales a eliminar de una comunidad es fundamental para el proyecto de instalaciones de recolección, bombeo, tratamiento y evacuación y futuras extensiones del servicio. Por consiguiente, es necesario predecir la población para un número de años, que será fijado por los períodos económicos del diseño. (INAA, 2001)

2.5.1. Alcantarillas

Para el diseño de un alcantarillado sanitario es necesario fijar una vida útil del mismo; el cálculo hidráulico de las alcantarillas se deberá hacer en base a la fórmula de Manning, el cual se usa un coeficiente de rugosidad (n) dependiendo del tipo de material a usar en el sistema.

2.5.1.1. Diámetro mínimo de las alcantarillas

El diámetro mínimo del sistema de alcantarillado será de un diámetro convencional de 6" (150 mm).

2.5.2. Pozos de visita

Los pozos de visita (PVS) o cámaras de inspección, es un elemento que permite el acceso desde la superficie a diversas instalaciones subterráneas; estas instalaciones se deben de ubicar en todo cambio de alineación horizontal o vertical, cambio de diámetro, en las intersecciones de dos o más alcantarillas, en el extremo de cada línea cuando se prevean futuras ampliaciones aguas arriba, en caso contrario se deberán instalar "Registros terminales".

2.5.3. Procesos de tratamiento preliminar de aguas residuales

El tratamiento preliminar es la selección del proceso de tratamiento de eliminación de aguas residuales; la cual depende de las características del agua cruda, disponibilidad del terreno y costos de construcción.

2.5.4. Letrinas y saneamiento residual

Una letrina se trata de **retretes que funcionan sin agua** (baño seco), destinados a recibir las excretas humanas (heces y orinas) y a evitar la contaminación del suelo y de las capas freáticas, así como la transmisión de enfermedades graves.

2.6. Costo y presupuesto del proyecto

Beltrán Razura (2012), afirma que se entiende por presupuesto de un proyecto, a la determinación previa de la cantidad de recursos de dinero necesaria para realizarse. La forma o el método para realizar esa determinación son diferentes según sea el objeto que se persiga con ella. Cuando se trata únicamente de determinar el costo de una obra guarda la debida relación con los beneficios que de ella se espera obtener, o bien si las disponibilidades existentes bastan para su ejecución, es suficiente hacer un presupuesto aproximado, tomando como base unidades mensurables y precios unitarios.

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

Capítulo III: Diseño metodológico

3.1. Estudio socioeconómico

Para obtener los resultados deseados se elaboraron una serie de encuestas a un número de habitantes de la población actual para determinar los criterios de interés económico y social a evaluar.

Se utilizó el método probabilístico aleatorio simple para determinar una muestra de la población de la comarca; con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z^2 * P * Q}{(D^2 * (N - 1)) + (Z^2 * P * Q)}$$

Donde:

N= Tamaño de la población (Número de hogares) 342 Hogares.

Z²= Nivel de confianza cuadrada.

P= Probabilidad de éxito.

Q= Probabilidad de fracaso.

D²= Error máximo cuadrado.

Al procesar los datos se obtuvo un total de 107 viviendas a encuestar.

Este estudio permitió identificar una población futura para los diseños y cálculos hidráulicos.

La población futura se obtuvo utilizando el método de proyección geométrico; aplicándose la siguiente ecuación:

$$P_{fut} = P_{act} * (1 + r)^n$$

$$kg = \left(\frac{P_{fut}}{P_{act}}\right)^{\frac{1}{n}-1} * 100$$

Donde:

P_{fut} = Población futura.

P_{act} = Población actual.

kg = porcentaje del crecimiento poblacional tomado en cuenta de 2.5 - 4%.

n = periodo de diseño.

3.2. Diagnóstico de la red de distribución actual de agua potable

Se diagnosticó el sistema de la red actual de la comarca del Regadío mediante una serie de cálculos de dotaciones, consumos y periodos de diseño; de igual manera se evaluará la calidad de la fuente a través del uso de las siguientes tablas:

3.2.1. Dotaciones

Tabla No.1. Dotaciones de agua en la zona rural.

Uso	Dotación (Lppd)
Puestos públicos.	30-40
Sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio.	50-60
Para zonas excavadas y pozos perforados.	20-30

Fuente: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (1989, pág 11).

3.2.2. Aforo de la fuente de abastecimiento de agua potable

El aforo volumétrico consiste en medir el tiempo necesario que gasta el agua en llenar un recipiente con volumen conocido para lo cual, el caudal es fácilmente calculable con las siguientes ecuaciones:

$$Q = \frac{\text{volumen}}{\text{tiempo}} = \left(\frac{m^3}{s}\right)$$

$$Q_{real} = \frac{Q1 + Q2 + Q3 + Q4}{N}$$

3.2.3. Diagnóstico del tanque de captación

En cualquier proyecto de sistema de abastecimiento de agua potable debe diseñarse los tanques necesarios para almacenamiento de manera que estos sean todo el tiempo capaz de suplir las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema, además de mantener las reservas suficientes para hacerles frente, a los casos de interrupciones en el suministro de energía, como en casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento. (INAA, 2001, pág. 57)

3.2.4. Calidad del agua

Para proteger la calidad del agua, el proyectista debe proveer las condiciones presentes y futuras, para la preservación de las fuentes de agua evitando contaminaciones del tipo, doméstico, agrícola, industrial, o de cualquier otra índole; lo cual deberá presentar las respectivas recomendaciones en base a las disposiciones legales existentes emitidas por las instituciones encargadas de la vigilancia, control, preservación y mejoramiento del medio tales como INAA, MARENA, INETER. (INAA, 2001, pág. 15)

3.3. Rediseño de la red de distribución de agua potable

Al momento de diseñar la tubería, se debe tener en cuenta el comportamiento de los elementos de la red y una consulta que siempre aparece al momento de calcular la pérdida de carga o altura piezométrica en una tubería debido a la

fricción por el paso del agua; para esta actividad se aplicó el software EPANET, usando los principios básicos de Hazen Williams.

$$hf_{(m)} = 10.67 * \left(\frac{Q \left(\frac{m^3}{s} \right)}{C} \right)^{1.852} * \frac{L_{(m)}}{D^{4.87}_{(m)}}$$

Donde:

Hf = Pérdidas de la tubería

Q = Caudal

C = Coeficiente de capacidad hidráulica

L = Longitud de la tubería

D = Diámetro de la tubería

3.3.1. Coeficiente de capacidad hidráulica

Tabla No.2. Coeficiente de capacidad hidráulica (C) de Hazen Williams

Material del conducto	Coeficiente	
	Nuevos (C)	Inciertos (C)
Cloruro de polivinilo (PVC)	150	130
Hierro “dúctil”	130	100

Fuente: INAA (2001, pág 43).

3.3.2. Levantamiento topográfico del lugar

Para la elaboración del estudio topográfico se tomó las coordenadas y medidas de la zona de trabajo; los cuales ayudaron en la elaboración de los planos de diseño de la red de distribución y alcantarillado sanitario.

El levantamiento topográfico fue realizado con el uso de una estación total para tener una precisión adecuada en las medidas del terreno.

3.3.3. Equipo de bombeo

En la práctica nacional, los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos mayores de 10 m son con un sistema de turbinas de eje vertical y sumergible.

3.3.3.1. Diámetro de la tubería

Posteriormente, de haber obtenido el resultado del caudal de la fuente de abastecimiento se procede a determinar el diámetro económico de la tubería con el uso de la fórmula de Brease, la cual es la siguiente:

$$\phi = 0.9(Q^{0.45}) = m$$

Donde:

ϕ = Diámetro económico

Q= Caudal

3.3.3.2. Carga total dinámica

Es la carga total contra la cual debe operar una bomba. La energía por unidad de peso de líquido que debe suministrarle la bomba al mismo para que pueda realizar el trabajo que pretende.

$$CTD = NB + CED + hfcolumna + hfdescarga$$

Donde:

NB: Nivel más bajo del agua durante el bombeo.

CED: Carga estática de la descarga.

hf columna: Pérdidas de la columna dentro del pozo.

hf descarga: Pérdidas en la descarga.

NB: NEA + Variación + Abatimiento.

CED: Nivel del agua en la descarga – Nivel más bajo en la superficie.

3.3.3.2.1. Pérdidas en la columna

$$L_c = NB + SUMERGENCIA$$

$$hf_{columna} = 5\%L_c$$

Donde:

Lc: longitud de la columna

3.3.3.2.2. Pérdidas en la descarga

$$h_{desc} = 10.674 \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.852} \frac{L_{real}}{\phi^{4.87}}$$

$$L_{real} = L_{tuberia} + Le$$

Donde:

Le: Longitud equivalente que depende de los elementos contenido en la sarta.

Ltubería: Longitud del pozo al punto final

Además, se deberá usar la siguiente tabla para el cálculo de Le, debido al uso de accesorios.

Tabla No.3. Pérdidas de accesorios de la longitud equivalente en tubería recta.

Elemento	mm.	13	19	25	32	38	50	63	76	100	125	150
	plg.	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
Codo 90°												
Radio Largo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4
Radio medio		0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.8	3.7	4.3
Radio corto		0.5	0.7	0.8	1.1	1.3	1.7	2	2.5	3.4	4.5	4.9
Codo 45 °		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3
curva 90												
R/D: 1 ½		0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.3	1.6	1.9
R/D: 1		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1	1.3	1.6	2.1	2.5
Curva 45		0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1
Entrada												
Normal		0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.6	2	2.5
De borda		0.4	0.5	0.7	0.9	1	1.5	1.9	2.2	3.2	4	5
Válvula												
Compuerta		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1
Globo		4.9	6.7	8.2	11.3	13.4	17.4	21	26	34	45.3	51
Angulo		2.6	3.6	4.6	5.6	6.7	8.5	10	13	17	21	26
de pie		3.6	5.6	7.3	10	11.6	14	17	20	23	31	39
Retención												
T. liviano		1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	4.2	5.2	6.3	6.4	10.4	12.5
T. pesado		1.6	2.4	3.2	4	4.8	6.4	8.1	9.7	12.9	16.1	19.3
Te de paso												
Directo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4
Lateral		1	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10
Te salida												
Bilateral		1	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10

Elemento	mm.	13	19	25	32	38	50	63	76	100	125	150
	plg.	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6
Salida de tubería		0.4	0.5	0.7	0.9	1	1.5	1.9	2.2	3.2	4	5

Fuente: fagro.edu.uy (2015).

3.3.3.3. Potencia de la bomba

a. Potencia hidráulica de la bomba

$$PB = \frac{Q * CTD}{3960}$$

b. Potencia analítica del equipo de bombeo

$$PEB = \frac{PB}{e}$$

Donde:

PB: Potencia de la bomba (HP).

Q: CMD (gpm).

CTD: Carga total dinámica (pie).

e: Eficiencia del motor

3.3.4. Presiones

3.3.4.1. Línea de conducción

Para su dimensionamiento deberá considerarse los siguientes aspectos:

- Se dimensionará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño (CMD=1.5 CP, más las pérdidas).

- La tubería de descarga deberá ser seleccionada para resistir las presiones altas, y deberán ser protegidas contra el golpe de ariete instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de las descargas de las bombas.

a. Diámetro más económico

Línea de conducción y tubería de descarga hacen referencia a la misma estructura, por tanto, es el mismo diámetro económico del que se hace mención a usar en el diseño del pozo.

3.3.4.2. Velocidad

La velocidad en la línea de conducción será calculada a partir de la fórmula de continuidad, que se expresa como sigue:

$$V = \frac{4Q}{\pi \phi^2}$$

$$0.6 \frac{m}{s} < V < 2 \frac{m}{s}$$

Este límite es una medida para limitar los efectos del golpe de ariete que se pueda presentar en el sistema de bombeo.

3.3.4.3. Golpe de ariete

Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente.

a. Cálculo de celeridad

El valor de la celeridad se calcula mediante fórmula de Allievi:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}}$$

Donde:

C: Celeridad o velocidad de la onda de compresión o de succión (m/s).

D: Diámetro de la tubería (m).

e: Espesor de los tubos (m).

K: Coeficiente que tiene en cuenta los módulos de elasticidad (adimensional).

a-1. Cálculo de tiempo de cierre

$$T = \frac{2L}{C}$$

Donde:

L: Longitud hasta el depósito (m).

C: Velocidad de propagación de la onda o celeridad (m/s).

T: Fase o periodo de cierre (s).

Si la maniobra es rápida, la válvula quedará completamente cerrada antes de comenzar a actuar la onda de depresión:

$$T < \frac{2L}{C} \text{ sobrepresion maxima}$$

Si el tiempo de cierre es lento, la onda de depresión llegará a la válvula antes de que se halle está completamente cerrada:

$$T > \frac{2L}{C} \text{ maniobra lenta}$$

En el caso de una maniobra rápida ($T < 2L/C$), la sobrepresión máxima será:

$$G.A = \frac{CV}{g}$$

Donde:

G.A: sobrepresión (m).

V: velocidad media del agua (m/s).

C: Celeridad (m/s).

g: aceleración de la gravedad (m/s²).

a-2. Presión total

$$PT = GA + CED$$

Para cumplir con el diseño del golpe de ariete se considerarán las siguientes tablas para realizar los cálculos:

Tabla No.4. Coeficiente de K de las tuberías según el material.

Material de tubería	K
Acero	0.5
Hierro fundido	1
Concreto	5
Asbesto/cemento	4.4
Plástico	18

Fuente: Adaptados del documento de Durman.com (2015).

Tabla No.5. Espesor de tuberías PVC SDR-17.

Espesor de tubería sdr-17	
Tubo	e (mm)
2"	3.55
2 1/2"	4.3
3"	5.23
4"	6.73
6"	9.91

Fuente: Adaptados del documento de Durman.com (2015).

Tabla No.6. Presión en metro columna de agua de los tipos de tuberías PVC.

Presión de trabajo para tuberías	
SDR	Presión metro columna de agua
11	280
13.5	224
17	175
26	112
32.5	88
41	70
50	56

Fuente: Adaptados del documento de Durman.com (2015).

3.4.5. Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable por el método de Hazen Williams

3.4.5.1. Pérdidas por fricción

Las pérdidas de energía de un flujo hidráulico a lo largo de una conducción se deben al efecto del rozamiento y cambio de direcciones que posee la tubería.

$$H_f = 10.67 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * \frac{L}{\phi^{4.87}}$$

Donde:

H_f= Pérdidas por fricción

Q= Caudal

L= Longitud del tramo

C= Coeficiente de fricción

Ø= Diámetro

3.4.5.2. Tanque

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

- a. Volumen Compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.
- b. Volumen de reserva: El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario. (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, 1989)

3.5. Diseño de saneamiento residual en letrinas

3.5.1. Letrina

Es un sistema apropiado e higiénico, donde se depositan los excrementos humanos que contribuye a evitar la contaminación del ambiente y a preservar la salud de la población. son retretes que funcionan más bien sin agua o sea un baño seco.

La mayoría de las letrinas realizadas son letrinas secas, por su bajo costo y la gran falta de agua de numerosas zonas donde el consumo de agua es, a veces, inferior a los 20 litros /día/persona, cuando una sola cisterna gasta unos diez litros.

3.5.1.1. Tipos de letrinas

a. Letrina de Foso Seco

Esta es la “letrina convencional” utilizada más comúnmente en Nicaragua, compuesta por el foso un piso con asiento y su respectiva caseta.

b. Letrina de foso Ventilado (LFV)

La letrina de foso ventilado, se diferencia de la letrina convencional, (tradicional simple), por disponer de un tubo vertical de ventilación. Esta letrina tiene las partes básicas siguientes: el foso, losa, brocal, asiento y tapa, terraplén, caseta y ducto o tubo de ventilación.

c. Letrina Abonera Seca Familiar (LASF)

La letrina abonera seca familiar, se construye cuando no es factible implementar letrinas del tipo tradicional o letrina de foso ventilado, en lugares donde el suelo

es rocoso o el nivel del agua es muy superficial, que impide la construcción del foso.

d. Letrina Elevada de Cámara Seca Ventilada (LECSV)

Este tipo de letrina es similar a la abonera desde el punto de vista constructivo, y en cuanto al funcionamiento, a la letrina excavada de foso seco ventilado.

Este tipo de letrina se construye en lugares donde el suelo es rocoso o el nivel de agua subterráneo es muy superficial que impide la construcción del foso. Esta letrina puede ser construida de una o dos recámaras continuas e independientes. (Normas jurídicas de Nicaragua, 2001)

3.5.2. Recomendaciones del mantenimiento del uso de letrinas

- No arrojar dentro del hoyo aguas servidas domésticas, ni echar desinfectantes químicos.
- Conservar la letrina libre de basura dentro y fuera de ella y mantener la puerta cerrada.
- Limpiar diariamente la loza.
- No utilizar la letrina como depósito de chatarra o corral de animales.
- Colocar diariamente al hoyo una pala de cal para eliminación de olores. (Ministerio de salud de Peru, 2010)

3.6. Costos y presupuestos

La elaboración de los costos y presupuestos será realizada con los listados de actividades que están estipulados en el manual del FISE; con el cual se determinaran los alcances del proyecto y el costo total.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, Y DESARROLLO DEL TEMA

Capítulo IV: Análisis y presentación de resultados

En el estudio socio económico de la comarca del Regadío, se determinó una muestra a partir de la población actual.

La comarca posee una población vigente de 2200 habitantes (MINSA, 2018); por lo cual se tomaron en cuenta una muestra de 107 jefes de familia los cuales representan a 107 viviendas, que conforman el número de encuestas realizadas en el estudio las cuales fueron procesadas y analizadas posteriormente.

El estudio de la muestra que se determinó por el método probabilístico aleatorio simple; en este método se tomó en cuenta un nivel de confianza del 95%, una probabilidad de éxito del 75%, una probabilidad de fracaso del 25% y un error máximo del 5%.

La ecuación a usar es la siguiente:

$$n = \frac{342 * 3.8416 * 0.75 * 0.25}{(0.0025 * (315 - 1)) + (3.8416 * 0.75 * 0.25)} = 157 \text{ Hogares}$$

Muestra minimizada:

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{n} + \frac{1}{N} = 107 \text{ hogares}$$

Al procesar los datos se obtuvo un total de 107 viviendas a encuestar con el resultado de una muestra mínima.

4.1. Describir la situación socioeconómica de la comarca que permita el cálculo del índice de crecimiento poblacional del Regadío a través del método geométrico.

4.1.1 Estudio socioeconómico

En la comarca del Regadío se aplicó la encuesta con un tamaño de muestra de 107 viviendas, las cuales fueron escogidas al azar, lo que dio como resultado un total de 483 habitantes; y su propósito fue realizar el análisis socio económico de la población.

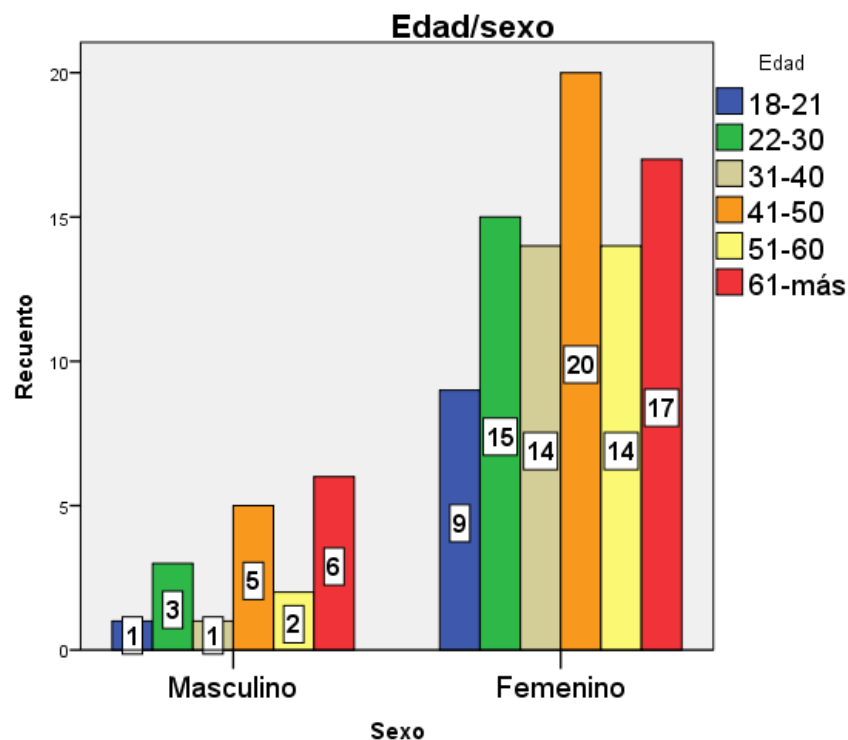
Con los resultados de la encuesta se pudo determinar los siguientes datos estadísticos:

➤ Género y edad

De las 107 personas encuestadas predomina un 83% el género femenino y el 17% son varones.

Del porcentaje del sexo femenino el 42% se encuentra en edades de 18 a 40 años, un 38% están comprendidas en edades de 41 a 50 años, el 19% más de 61 años; sin embargo, el porcentaje de los varones, el 27% se encuentra en edades de los 18 a 40 años, un 44% en edades de 41 a 50 años y un 33% mayores de 61 años a más.

Gráfico 1. Edad y sexo.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

➤ Empleo del encuestado

En la tabla No.7. Representa a las personas que se les realizó la encuesta; a las cuales se les preguntó si laboran actualmente obteniéndose como resultado que existe un 74% de personas que no trabajan y un 26% que si laboran actualmente.

Además, en la tabla No.8. Se identifica el género del encuestado en relación a las personas que laboran; un 13% que laboran son hombres de igual manera un 13% son mujeres; de las personas que no trabajan existe un 4% de hombres y un 70% de mujeres; lo que refleja que la mayoría de estas personas son entre ellos amas de casa, personas jubiladas o con alguna discapacidad que le impida trabajar.

Tabla No.7. Trabajo actual del encuestado.

Válido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Si	28	26.2	26.2	26.2
No	79	73.8	73.8	100.0
Total	107	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

Tabla No.8. Trabajo actual del encuestado en relación al género.

Trabaja	Género		
	Masculino	Femenino	Total
Si	14	14	28
No	4	75	79
Total	18	89	107

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

➤ **Núcleo familiar por hogar**

En la mayoría de hogares encuestados se determinó que existen 91 viviendas de un núcleo familiar distribuidos de la siguiente manera: vivienda con 4 núcleo que existe una persona, 9 núcleos familiares con dos personas, 25 núcleos familiares integrado por tres personas, 18 núcleos familiares de cinco personas, 12 núcleos familiares de seis personas y 1 núcleo de familiar de ocho personas, siendo este el más predominante.

Sin embargo, existen 11 viviendas integrado por dos núcleos familiares donde habitan de 2 y 3 persona por núcleo de familia. Además, existen 4 viviendas donde habitan tres núcleos de familia integrado de 1 y 2 persona. Por último, se tiene 1

vivienda donde está integrado por 4 núcleos familiares y cada uno de ellos está integrado por una persona.

Tabla No.9. Cantidad de núcleos familiares en el hogar/Número de Personas en la vivienda.

Cantidad de núcleos familiares en el hogar	Número de Personas en la vivienda										Total
	1	10	2	3	4	5	6	7	8	9	
Un núcleo familiar	4	0	9	25	22	18	12	0	1	0	91
Dos núcleos familiares	0	1	0	0	0	0	3	3	2	2	11
Tres núcleos familiares	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	4
Más de 4 núcleos familiares	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Total	4	3	9	25	22	18	15	3	5	3	107

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

➤ Nivel de educación de la familia

En la siguiente tabla No.10, se refleja el nivel de educación que existe en cada uno de los hogares valorando el número de personas por vivienda.

De las personas que habitan en el hogar existe un 29% que no estudia actualmente, un 38% que tiene al menos 1 persona por núcleo familiar estudiando, un 20% de dos personas, un 7% de tres personas, el 4% de cuatro personas y un 1% de cinco personas que actualmente se encuentran estudiando por vivienda.

Cabe señalar, que la comarca del Regadío existe un único centro escolar donde se imparte la educación primaria por la mañana y la secundaria por la tarde. Por lo tanto, los que estudian en la universidad viajan a otros departamentos para culminar sus estudios.

Además, demuestra la cantidad de personas que estudian para obtener un nivel profesional y aspirar a una mejor calidad de vida; ya sea optando a un mejor empleo y un mejor ingreso económico; a su vez esto permitirá suplir las necesidades básicas del hogar entre ellas el acceso al agua.

Tabla No.10. Número de personas en la vivienda que estudian.

Número de Personas en la Vivienda	¿De las personas en su hogar? ¿Cuántas estudian?						
	Ninguno	Uno	Dos	Tres	Cuatro	Cinco	Total
1	4	0	0	0	0	0	4
2	8	1	0	0	0	0	9
3	10	13	2	0	0	0	25
4	2	14	5	1	0	0	22
5	4	4	6	4	0	0	18
6	2	6	5	1	1	0	15
7	0	1	1	1	0	0	3
8	1	1	0	1	1	1	5
9	0	0	1	0	2	0	3
10	0	1	1	0	1	0	3
Total	31	41	21	8	5	1	107

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

➤ **Empleo de las familias en el hogar**

La siguiente tabla No.11. Refleja que existe un 45% de los hogares trabaja 1 persona, un 30% trabajan 2 personas del hogar, un 10% trabajan 3 personas del hogar, 7% trabajan 4 personas, 2% más de cinco personas y un 6% no trabaja.

Tabla No. 11. Personas que trabajan en el hogar.

Válido	¿De las personas del hogar cuantas trabajan?			
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Uno	49	45.8	45.8	45.8
Dos personas	32	29.9	29.9	75.7
Tres personas	11	10.3	10.3	86.0
Cuatro personas	7	6.5	6.5	92.5
Más de cinco personas	2	1.9	1.9	94.4
Ninguno	6	5.6	5.6	100.0
Total	107	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

➤ Seguro social

Uno de los principales aspectos que evidencian la vulnerabilidad de los miembros de la familia es el acceso o no a los servicios de atención y seguridad laboral que brinda el sistema de seguridad social establecido por la ley. Consultado a los miembros de la familia que laboran, sobre si están inscritos o no en el INSS.

Para ello, se tomó en cuenta la relación de las personas que trabajan por hogar y si cuentan con un seguro social, donde un 32% tiene seguro social y un 68% del total de las personas por vivienda que trabaja no cuenta con seguro social.

Es decir, que los que tienen seguro social es porque trabajan en el sector tabaco o bien trabajan para una institución del Estado, el restante que no cuenta con

seguro es porque trabaja por cuenta propia siendo los negocios más destacados: pulperías, agricultura, entre otras actividades económicas.

Tabla No.12. Seguro social de las personas que laboran en el hogar.

Válido	Reciben seguro social		
	Si	No	Total
Uno	13	35	48
Dos personas	8	24	32
Tres personas	7	4	11
Cuatro personas	2	5	7
Más de cinco personas	2	0	2
Ninguno	2	5	7
Total	34	73	107

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

➤ **Ingresos**

Es importante señalar, que por lógica económica los niveles de ingresos van a estar determinado por el perfil del mercado laboral predominante, como fue señalado en el tema anterior, la población en estudio está ubicada en actividades/ oficios vinculados a la informalidad del sector laboral como es la agricultura, sector comercio pulperías y pequeñas tiendas de ropa.

A partir de lo anterior, el análisis de los niveles de ingresos por los miembros de los núcleos familiares refleja un comportamiento similar, evidenciando un alto deterioro de las economías familiares y alto nivel de exposición a riesgos y fenómenos sociales. A continuación, se presentan las principales conclusiones sobre los volúmenes de ingresos familiares.

En la tabla No. 13, se valora que los ingresos mensuales de cada vivienda existen un 47% que recibe un ingreso menor a los C\$ 5,000.00 córdobas netos y un 39% que obtiene ingresos mayores de C\$ 5,001.00 a C\$ 10,000.00 córdobas netos, un 11% mayor de C\$10,000.00 y, un 2% que recibe apoyo de la familia y percibe aporte del seguro por pensión respectivamente.

Según fuentes del Índice de Precios al Consumidor (IPC) y el Banco Central de Nicaragua (BCN) establecen que el costo de la canasta básica a noviembre del 2017 fue de C\$ 13,187.41. (MITRAB, 2017)

Al comparar los hogares donde el ingreso es menor a C\$ 5,000.00 córdobas, apenas cubren el 38% de la canasta básica, es decir que este porcentaje de hogares vive en pobreza, y según datos oficiales en Nicaragua el 29% de la población vive en pobreza. (La Prensa, 2017)

Sin embargo, este se analizan los indicadores de necesidades básicas insatisfecha, ya que permite visualizar avances o contracciones principalmente en el área de política social tales como: las familias que viven en hacinamiento, servicios básicos, vivienda inadecuada, nivel escolar y dependencias económicas.

Tabla No.13. Promedio de ingresos en el hogar.

¿De las personas del hogar cuántas trabajan?	Ingreso promedio de las personas que trabajan en el hogar					
	Menor a C\$5,000.00	C\$ 5,001.00 a C\$ 10,000.00	Mayor a C\$10,001.00	Apoyo familiar	Pensión	Total
Uno	31	13	4	0	0	48
Dos personas	11	21	0	0	0	32
Tres personas	1	5	5	0	0	11
Cuatro personas	3	2	2	0	0	7

¿De las personas del hogar cuántas trabajan?	Ingreso promedio de las personas que trabajan en el hogar					
	Menor a C\$5,000.00	C\$ 5,001.00 a C\$ 10,000.00	Mayor a C\$10,001.00	Apoyo familiar	Pensión	Total
Más de cinco personas	0	1	1	0	0	2
Ninguno	5	0	0	1	1	7
Total	51	42	12	1	1	107

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

➤ Egresos

Como podemos observar existen 10 hogares de un núcleo familiar que sobreviven con un mínimo de C\$ 1,000.00 córdobas, 37 hogares de un núcleo familiar que su costo de canasta básica es C\$ 1001.00 a C\$ 2000.00 y 44 hogares de un núcleo que su gasto es más de C\$ 2001.00.

Tabla No.14. Costo de la canasta básica.

Cantidad de núcleos familiares en el hogar	Canasta Básica			
	C\$ 500.00 a C\$ 1000.00	C\$ 1001.00 a C\$ 2000.00	C\$ 2001.00 a más	Total
Un núcleo familiar	10	37	44	91
Dos núcleos familiares	0	2	9	11
Tres núcleos familiares	0	1	3	4
Más de 4 núcleos familiares	0	0	1	1
Total	10	40	57	107

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

➤ **Características de las viviendas habitacionales:**

- **Pertenencia de la vivienda**

Se logra identificar que un 10% del total de familias no disponen de vivienda propia, teniendo que recurrir al alquiler o renta (3%), de familiares o prestada (7%). Sin embargo, un 99% posee casa propia.

Tabla No.15. Propiedad de la vivienda.

Válido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Propia	102	95.3	95.3	95.3
De un familiar o amigo	4	3.7	3.7	99.1
Renta	1	.9	.9	100.0
Total	107	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

Es importante conocer si en cada vivienda existe un egreso por alquiler de casa donde un 95% de los encuestados afirma que la vivienda es propia, lo cual es un resultado positivo a nivel de la población.

Además, a cada vivienda se le valoró la estructura con la que está construida con las siguientes valoraciones:

- **Materiales de construcción del techo de las viviendas**

El principal material utilizado para la construcción de la cubierta o techa es el zinc, representando el 95.3% de las viviendas analizadas. Se observa un bajo

porcentaje del 1% que utiliza materiales de pobre calidad, como es el caso de los ripios y nicalit con el 2.4% y tejas con el 3.7%.

Tabla No.16. Material de estructura de techo.

Válido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
zinc	102	95.3	95.3	95.3
Teja	4	3.7	3.7	99.1
Otros: Nicalit, ripio	1	.9	.9	100.0
Total	107	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

- **Materiales de construcción de paredes de las viviendas**

Las paredes de las viviendas están construidas mayoritariamente con los materiales de bloque (35%), madera (33%), ladrillo (21%), adobe 2 % y piedra cantera el 9. Por otro lado, se observa un valor mínimo, pero tampoco despreciable del 2% que son construidas con materiales de adobe, desechos, como son los ripios u otros.

Estos datos reflejan que un 65% de las paredes son construidas con material de calidad media. En construidas con una calidad media y el 35% con material de baja calidad, lo que obedece al bajo nivel de ingresos que tiene la población.

Tabla No.17. Material de estructuras de paredes.

Válido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Bloque	38	35.5	35.5	35.5
Ladrillo	22	20.6	20.6	56.1
Piedra cantera	10	9.3	9.3	65.4
Adobe	2	1.9	1.9	67.3
Madera	35	32.7	32.7	100.0
Total	107	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

Existe un 55% del total de viviendas no cuentan con niveles de cubiertas de piso, encontrándose en estado natural o tierra. Lo anterior es un indicativo de bajos niveles de ingresos en las familias, afectando directamente en las condiciones de vida de la población de las mismas. Sin embargo, se tiene un 7% que el piso es de cerámica, 33% de baldosa y 5% de embaldosado. Además, esto indica que las viviendas poseen un bajo nivel constructivo.

Tabla No.18. Material de estructuras de piso.

Válido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido
Cerámica	8	7.5	7.5
Baldosa	35	32.7	32.7
Tierra	59	55.1	55.1
Embaldosado	5	4.7	4.7
Total	107	100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

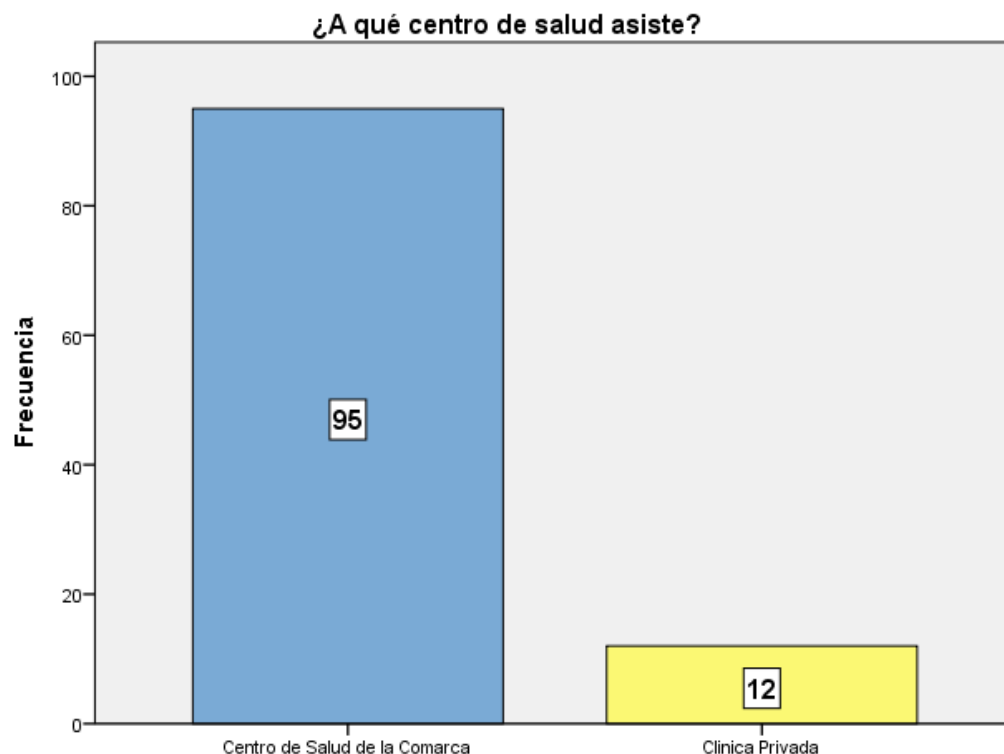
➤ Salud

En el siguiente gráfico No.2. Se refleja que el 89% de la población encuestada asiste al sus controles y valoraciones médicas en el centro de salud de la Comarca; sin embargo, existe un 11% que asiste a clínica privadas o ya sea a la clínica previsional.

Cabe mencionar, que en la comarca solamente existe un puesto de salud donde atiende una Doctora en medicina general y una enfermera, mismas que son asignadas por el Ministerio de Salud.

A su vez se diagnostica las enfermedades que están relacionadas con lo referente a la calidad del agua, donde se fundamenta el planteamiento del problema.

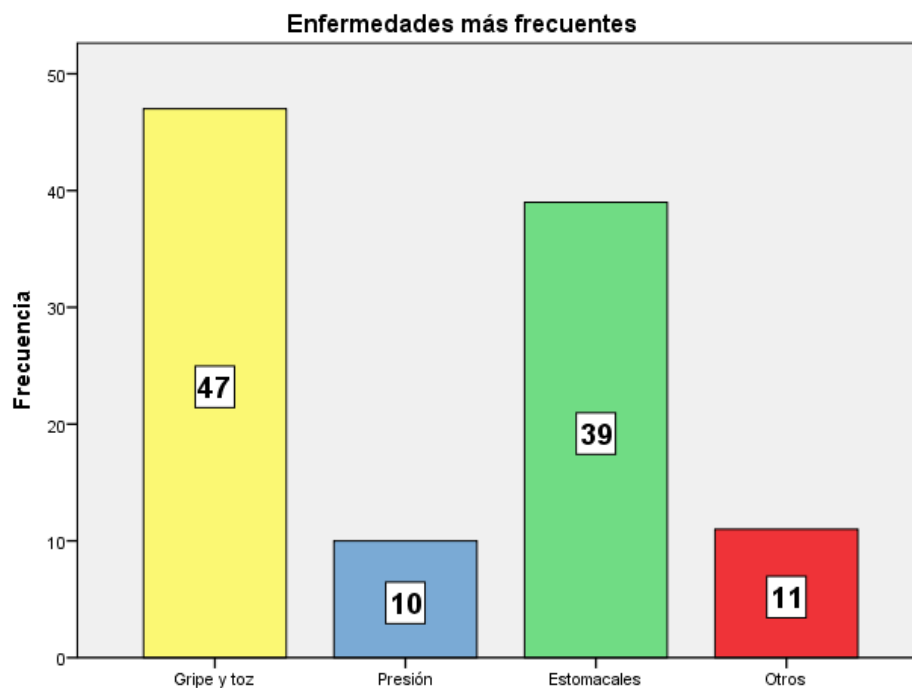
Gráfico No.2. Salud.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

En el siguiente el gráfico No.3. Se observa que un 44% de la población es gripe y toz, seguido de un 36% con problemas estomacales lo que es originado debido a la mala calidad y tratamiento del agua. También, se presenta un 9% de la población con problema de hipertensión arterial y un 11% padecen otro tipo de enfermedades.

Gráfico No.3. Enfermedades más frecuentes.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

➤ Saneamiento

El saneamiento del agua es una parte muy importante para determinar una buena calidad de vida, debido a que con esto se previenen enfermedades causadas por el mal estado de las fuentes de agua.

La población de la comarca El Regadío expresa que uno de los problemas fundamentales a resolver es la calidad y el servicio del agua; donde un 58%

asegura que la calidad del agua es regular, un 40% dijo que el agua es de mala calidad y está contaminada y, solamente un 2% afirma que el agua es buena.

La frecuencia con que el agua llega a las viviendas es mala debido a que un 78% de los hogares el agua llega menos de una hora, un 5% de los hogares les llega el agua más de 2 hora, un 2% tiene agua permanentemente (este porcentaje es debido a que algunas de las viviendas tienen un pozo, un 2% recibe el agua más de tres veces a la semana o día de por medio y un 13% casi no les llega el agua. Por lo tanto, esto demuestra la necesidad del rediseño para un mejor abastecimiento del agua a todos los hogares.

Tabla No.19. Calidad del agua/ Frecuencia.

¿Cómo es la calidad del agua?	Con qué frecuencia llega el agua al hogar						Total
	Menos de 1 hora	Más de 2 horas	Permanente	Más de 3 veces por semana	Menos de 3 veces por semana	No la recibe	
Bueno	0	3	0	0	0	0	3
Regular	50	2	2	2	6	0	62
Mala	33	0	0	0	5	4	42
Total	83	5	2	2	11	4	107

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

La principal fuente de abastecimiento del agua el 97% se abastece del manantial, es decir, del sistema existente el cual llega a los hogares de 15 minutos a 1 hora al día como promedio. También, se tiene un 2% que se abastece de una pileta pública y de pozos existentes en algunos de los hogares, o bien de la fuente de la quebrada, misma que se encuentra contaminada debido a que las aguas grises son depositadas al aire libre y estas se filtran al suelo y van a caer a la misma.

Tabla No. 20. Fuente de abastecimiento de agua. ¿Cuál es la fuente de agua?

Válido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Pileta pública	1	.9	.9	.9
Manantial	104	97.2	97.2	98.1
Otro	2	1.9	1.9	100.0
Total	107	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

En los hogares que el agua el agua llega diario y por poco tiempo expresan lo siguiente: un 48% compra o almacena de 1 a 2 barriles diario, un 13% día de por medio y un 4% una vez a la semana.

Sin embargo, existe un 23% que compra y almacena agua de 3 a 4 barriles diario, un 5% almacena agua día de por medio y un 1% una vez a la semana. Además, se tiene un 7% que compra y almacena el agua de 5 a más barriles a la semana.

Del total de viviendas a los que les llega el agua a diario se tiene un aproximado de 222 barriles o bidones de 159 litros cada uno; de las viviendas donde el agua llega día de por medio se obtienen alrededor de 58 barriles y a los que les llega el agua menos de 3 veces por semana se calculan 17 barriles; con el total sumado de los encuestados de 456 barriles equivalentes a 150 litros por persona a la semana, sin embargo, INAA representa las dotaciones necesarias de los habitantes cuando es una población en un rango de 0 a 5000 habitantes, cada persona tendrá que recibir 75 litros al día.

Tabla No. 21. Cantidad de agua almacenada.

¿Cada cuánto compra o almacena agua?	Cantidad de agua qué compra o almacena			
	1 a 2 barriles	3 a 4 barriles	De 5 a más barriles	Total
Diario	51	25	4	80
Día de por medio	14	5	2	21
Semana	4	1	1	6
Total	69	31	7	107

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

De los encuestados un 60% de la población almacena el agua en barriles o bidones de 159 litros, un 25% la almacena en baldes de 20 litros, un 13% la almacena en tanques y un 2% en otros recipientes.

Tabla No. 22. En que almacena el agua.

Válido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Barril o bidón	64	59.8	59.8	59.8
Balde	26	24.3	24.3	84.1
Tanque	14	13.1	13.1	97.2
Otro	3	2.8	2.8	100.0
Total	107	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

Por otra parte, los adultos son los responsables en trasladar el agua hasta sus hogares, donde el 60% se demoran 30 minutos, un 12% se demoran una hora y 28% se demoran más de una hora; lo que refleja el tiempo invertido de los pobladores en esta necesidad, la cual se podría aprovechar en otras actividades.

Tabla No. 23. Quién acarrea el agua/ Tiempo.

¿Quién acarrea el agua?	Tiempo en que se dilata en acarreo de agua			
	30 minutos	Una hora	Más de una hora	Total
Un adulto	24	5	11	40
Total	24	5	11	40

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

El agua que llega a los hogares de la población es de mala calidad; debido a los escasos recursos económicos existentes, donde un 83% de los encuestados consume el agua directamente de la llave, un 6% que hierve el agua, un 10% que clorifica el agua y un 1% utiliza otro tipo de métodos.

Tabla No. 24. Tratamiento.

Válido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Consume directamente	89	83.2	83.2	83.2
La hierve	6	5.6	5.6	88.8
Usa cloro	11	10.3	10.3	99.1
Otros	1	.9	.9	100.0
Total	107	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

En la comarca existe una gran demanda del recurso agua, donde los pobladores dieron a conocer esta necesidad afirmando con un 94% que el agua que les llega es insuficiente y un 6% dicen que el agua es suficiente.

Tabla No. 25. Opinión de la población sobre la cantidad de agua que les llega.

Válido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Suficiente	6	5.6	5.6	5.6
Insuficiente	101	94.4	94.4	100.0
Total	107	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

Debido a la falta de existencia de alcantarillado las heces fecales son un problema en esta comarca, puesto que existe un 88% que usan letrinas y un 12% que usan sumideros. Esto ha dificultado la calidad de vida de los pobladores ya que surgen enfermedades en consecuencia de este tipo de métodos empleados por lo que están cerca de riachuelos, lagunas, entre otros.

Tabla No.26. Evacuación de heces fecales.

Válido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Letrina	94	87.9	87.9	87.9
Sumidero	13	12.1	12.1	100.0
Total	107	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta.

En la siguiente tabla No.27, se refleja la aceptación de la propuesta de diseño de abastecimiento de agua y saneamiento de agua residual, tomado en cuenta por las personas encuestadas con un resultado del 95% que están de acuerdo con el estudio, en cambio existe un 5% que no coincide debido a que están conforme con el agua recibido actualmente.

Para definir una cuota promedio mensual como parte clave del desarrollo de la investigación en esta se obtienen valores estimados al metro cubico del agua mensual entre otros costos; del total de los encuestados un 28% estaría dispuesto a pagar una cuota de 1 a 100 córdobas, un 57% está capacitada para pagar una cuota de 101 a 200 córdobas y un 15% podría pagar de 201 córdobas a más en dependencia del consumo.

Tabla No.27. Aceptación de la propuesta del diseño y cuota aproximada.

Aceptación de la población	Cuanto está dispuesto a pagar C\$			
	1-100	101-200	201-más	Total
Si	26	60	16	102
No	4	1	0	5
Total	30	61	16	107

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de encuesta

4.1.2. Cálculo del índice de crecimiento poblacional del Regadío a través del método geométrico

Para un buen diseño de abastecimiento de agua potable fue necesario realizar un análisis del crecimiento poblacional de la Comarca El Regadío, con el fin de calcular las dotaciones necesarias para las poblaciones futuras.

El método usado para el cálculo de la población futura fue realizado con el método geométrico analítico, el cual consistió en determinar el porcentaje anual de aumento por medio de los porcentajes de crecimiento poblacional en los años anteriores y posteriormente aplicarlo en el futuro.

Para este estudio investigativo se tiene una población actual de 2200 habitantes en la comarca datos proporcionado por MINSA (2017) y, según el INIDE (Instituto Nacional de Información de Desarrollo) se identificó una población censada en el

año 2008 con 1695 habitantes, donde posteriormente se utilizó para encontrar el porcentaje del crecimiento poblacional (KG), cálculo fundamental para el diseño de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario. (INIDE, 2008)

Tabla No.28. Datos poblaciones para el cálculo de kg.

AÑO		POBLACION
2008	POBLACION DE ACUERDO AL ULTIMO CENSO	1695
2017	POBLACION VIGENTE	2200

Fuente: Elaboración propia a partir de fuentes de información.

Al obtener una población anterior y una población actual identifica el porcentaje de crecimiento poblacional (KG) de la siguiente manera:

$$kg = \left(\frac{2200}{1695}\right)^{\frac{1}{2017-2008}} - 1 = 2.94$$

Según el método geométrico analítico cumple con las siguientes dos condiciones:

- Si $kg < 0.025$, usar 0.025.
- Si $kg > 0.025$, usar kg obtenido.
- Si $kg > 0.004$, usar 0.04.

Debido a que el porcentaje del crecimiento poblacional (kg) es mayor que 0.025 se utilizara un Kg de 0.0294 para identificar las poblaciones futuras de los próximos 20 años.

Para este paso se utilizó la siguiente ecuación para encontrar la población futura de cada año como se muestra en la tabla No.29.:

Tabla No.29. Población futura en un periodo de 20 años.

AÑO	POBLACION	AÑO	POBLACION
2018	2265	2028	3032
2019	2332	2029	3122
2020	2401	2030	3214
2021	2472	2031	3309
2022	2545	2032	3407
2023	2620	2033	3508
2024	2698	2034	3612
2025	2778	2035	3719
2026	2860	2036	3829
2027	2945	2037	3942
		2038	4058

Fuente: Elaboración propia a partir de fuentes de información.

4.2. Diagnóstico de la red de distribución actual de agua potable

4.2.1. Demanda del agua potable

Los principales factores que afectan el consumo de agua son: el tipo de comunidad, factores económicos y sociales, factores climáticos y tamaño de la comunidad.

Independientemente que la población sea rural o urbana, se debe considerar el consumo doméstico, el industrial, el comercial, el público y el consumo por pérdidas.

Las características económicas y sociales de una población pueden evidenciarse a través del tipo de vivienda, siendo importante la variación de consumo por el tipo y tamaño de la construcción.

El consumo de agua varía también en función al clima, de acuerdo a la temperatura y a la distribución de las lluvias; mientras que el consumo per cápita, varia en relación directa al tamaño de la comunidad. (Demanda de agua, s.f.)

Después de obtener los datos de la población futura se consulta con las normas técnicas del (INAA); donde se clasifican la dotación estimada en relación a un rango poblacional.

Este cálculo se realizó para estimar un consumo máximo diario con un rango de 150% (CMD) y un consumo máximo horario de 250% (CMH).

El consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año; mientras que el consumo máximo horario, se define como la hora de máximo consumo del día.

El valor del consumo máximo diario es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de conducción; mientras que el consumo máximo horario, es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de aducción y red de distribución. (Demanda de agua, s.f.)

En las siguientes tablas se muestran los consumos máximos diario y el consumo máximo horario donde el rango poblacional de la comunidad El Regadío está ubicado de 0 a 5000 habitantes por lo cual la dotación es de 50 a 60 litros por habitante al día en las zonas rurales según el Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

Además se valoraran porcentajes del consumo doméstico en lo que abarcan: el consumo público con un 7% y un 20% debido a las pérdidas de agua.

Tabla No.30. Dotación y consumo doméstico de la población.

Año	Población	Dotación		Consumo doméstico		
		Gal/día	Lts/día	Gal/día	Lts/día	Lts/seg
2018	2265	15.5	60	35107.5	135900	1.57
2019	2332	15.5	60	36146	139920	1.62
2020	2401	15.5	60	37215.5	144060	1.67
2021	2472	15.5	60	38316	148320	1.72
2022	2545	15.5	60	39447.5	152700	1.77
2023	2620	15.5	60	40610	157200	1.82
2024	2698	15.5	60	41819	161880	1.87
2025	2778	15.5	60	43059	166680	1.93
2026	2860	15.5	60	44330	171600	1.99
2027	2945	15.5	60	45647.5	176700	2.05
2028	3032	15.5	60	46996	181920	2.11
2029	3122	15.5	60	48391	187320	2.17
2030	3214	15.5	60	49817	192840	2.23
2031	3309	15.5	60	51289.5	198540	2.30
2032	3407	15.5	60	52808.5	204420	2.37
2033	3508	15.5	60	54374	210480	2.44
2034	3612	15.5	60	55986	216720	2.51
2035	3719	15.5	60	57644.5	223140	2.58
2036	3829	15.5	60	59349.5	229740	2.66
2037	3942	15.5	60	61101	236520	2.74
2038	4058	15.5	60	62899	243480	2.82

Fuente: Elaboración propia a partir de fuentes de información.

Tabla No.31. Pérdidas técnicas y consumo público del agua.

Año	Población	Pérdidas técnicas 20%			Publico		
		Gal/día	Lts/día	Lts/seg	Gal/día	Lts/día	Lts/seg
2018	2265	7022	27180	0.31	2457.525	9513	0.11
2019	2332	7229	27984	0.32	2530.22	9794.4	0.11
2020	2401	7443	28812	0.33	2605.085	10084.2	0.12
2021	2472	7663	29664	0.34	2682.12	10382.4	0.12
2022	2545	7890	30540	0.35	2761.325	10689	0.12
2023	2620	8122	31440	0.36	2842.7	11004	0.13
2024	2698	8364	32376	0.37	2927.33	11331.6	0.13
2025	2778	8612	33336	0.39	3014.13	11667.6	0.14
2026	2860	8866	34320	0.40	3103.1	12012	0.14
2027	2945	9130	35340	0.41	3195.325	12369	0.14
2028	3032	9399	36384	0.42	3289.72	12734.4	0.15
2029	3122	9678	37464	0.43	3387.37	13112.4	0.15
2030	3214	9963	38568	0.45	3487.19	13498.8	0.16
2031	3309	10258	39708	0.46	3590.265	13897.8	0.16
2032	3407	10562	40884	0.47	3696.595	14309.4	0.17
2033	3508	10875	42096	0.49	3806.18	14733.6	0.17
2034	3612	11197	43344	0.50	3919.02	15170.4	0.18
2035	3719	11529	44628	0.52	4035.115	15619.8	0.18
2036	3829	11870	45948	0.53	4154.465	16081.8	0.19
2037	3942	12220	47304	0.55	4277.07	16556.4	0.19
2038	4058	12580	48696	0.56	4402.93	17043.6	0.20

Fuente: Elaboración propia a partir de fuentes de información.

Tabla No.32. Consumo total.

Año	Población	Consumo total		
		Gal/día	Lts/día	Lts/seg
2018	2265	44586.525	172593	2.00
2019	2332	45905.42	177698.4	2.06
2020	2401	47263.685	182956.2	2.12
2021	2472	48661.32	188366.4	2.18
2022	2545	50098.325	193929	2.24
2023	2620	51574.7	199644	2.31
2024	2698	53110.13	205587.6	2.38
2025	2778	54684.93	211683.6	2.45
2026	2860	56299.1	217932	2.52
2027	2945	57972.325	224409	2.60
2028	3032	59684.92	231038.4	2.67
2029	3122	61456.57	237896.4	2.75
2030	3214	63267.59	244906.8	2.83
2031	3309	65137.665	252145.8	2.92
2032	3407	67066.795	259613.4	3.00
2033	3508	69054.98	267309.6	3.09
2034	3612	71102.22	275234.4	3.19
2035	3719	73208.515	283387.8	3.28
2036	3829	75373.865	291769.8	3.38
2037	3942	77598.27	300380.4	3.48
2038	4058	79881.73	309219.6	3.58

Fuente: Elaboración propia a partir de fuentes de información.

Tabla No.33. Consumo máximo diario y consumo máximo horario.

Año	Población	CONSUMO MAXIMO DIARIO (150%)				CONSUMO MAXIMO HORARIO (250%)			
		Gal/día	Lts/día	Lts/seg	M3/H	Gal/día	Lts/día	Lts/seg	M3/H
2018	2265	66879.7875	258889.5	2.996	10.787	111466.313	431482.5	4.99	17.978
2019	2332	68858.13	266547.6	3.085	11.106	114763.55	444246	5.14	18.510
2020	2401	70895.5275	274434.3	3.176	11.435	118159.213	457390.5	5.29	19.058
2021	2472	72991.98	282549.6	3.270	11.773	121653.3	470916	5.45	19.622
2022	2545	75147.4875	290893.5	3.367	12.121	125245.813	484822.5	5.61	20.201
2023	2620	77362.05	299466	3.466	12.478	128936.75	499110	5.78	20.796
2024	2698	79665.195	308381.4	3.569	12.849	132775.325	513969	5.95	21.415
2025	2778	82027.395	317525.4	3.675	13.230	136712.325	529209	6.13	22.050
2026	2860	84448.65	326898	3.784	13.621	140747.75	544830	6.31	22.701
2027	2945	86958.4875	336613.5	3.896	14.026	144930.813	561022.5	6.49	23.376
2028	3032	89527.38	346557.6	4.011	14.440	149212.3	577596	6.69	24.067
2029	3122	92184.855	356844.6	4.130	14.869	153641.425	594741	6.88	24.781
2030	3214	94901.385	367360.2	4.252	15.307	158168.975	612267	7.09	25.511
2031	3309	97706.4975	378218.7	4.378	15.759	162844.163	630364.5	7.30	26.265
2032	3407	100600.193	389420.1	4.507	16.226	167666.988	649033.5	7.51	27.043
2033	3508	103582.47	400964.4	4.641	16.707	172637.45	668274	7.73	27.845
2034	3612	106653.33	412851.6	4.778	17.202	177755.55	688086	7.96	28.670
2035	3719	109812.773	425081.7	4.920	17.712	183021.288	708469.5	8.20	29.520
2036	3829	113060.798	437654.7	5.065	18.236	188434.663	729424.5	8.44	30.393
2037	3942	116397.405	450570.6	5.215	18.774	193995.675	750951	8.69	31.290
2038	4058	119822.595	463829.4	5.368	19.326	199704.325	773049	8.95	32.210

Fuente: Elaboración propia a partir de fuentes de información.

Estos datos son el resultado de la suma del consumo doméstico de la población por año con una pérdida de agua de un 20%, un consumo público del 7%; además el mismo resultado es utilizado en el cálculo del CMD el cual es un 150% del consumo total y CMH con un 250% del consumo total.

4.2.2. Aforo de la fuente

Para el cálculo de caudales de la fuente de abastecimiento de agua se tomó en cuenta un volumen constante de 20 litros; donde se cronometraron distintos tiempos en la localización de la fuente principal que abastece a la comarca con el nombre del Paraisito.

Estos datos se detallan en la tabla No. 30. y representa el cálculo del caudal de la fuente por el método volumétrico.

Tabla No.34. Aforo para el cálculo de caudal en la fuente El Paraisito - Comarca El Regadío

Tiempo 1	35.37	Segundos	Q	0.5655	l/s
Tiempo 2	37.12	Segundos	Q	0.5388	l/s
Tiempo 3	38.09	Segundos	Q	0.5251	l/s
Tiempo 4	40.14	Segundos	Q	0.4983	l/s

Fuente: Elaboración propia a partir del aforo realizado el 26 de marzo 2018, a las 10 a.m.

$$Q1 = \frac{20 \text{ Lt}}{35.37 \text{ seg}} = 0.5655 \text{ Lt/seg}$$

$$Q2 = \frac{20 \text{ Lt}}{37.12 \text{ seg}} = 0.5388 \text{ Lt/seg}$$

$$Q3 = \frac{20 \text{ Lt}}{38.09 \text{ seg}} = 0.5251 \text{ Lt/seg}$$

$$Q4 = \frac{20 \text{ Lt}}{40.14 \text{ seg}} = 0.4983 \text{ Lt/seg}$$

$$Q_{real} = \frac{0.5655 \frac{Lt}{seg} + \frac{0.5388Lt}{seg} + 0.5251 \frac{Lt}{seg} + 0.4983 \frac{Lt}{seg}}{4} = 0.532 Lt/Seg$$

Estos resultados son sumados y posteriormente promediados para obtener un caudal más exacto, con un resultado de 1.915 metros cúbicos sobre hora.

$$CMD2038 > Q = 19.326 \frac{M^3}{h} > 1.915 \frac{M^3}{h}$$

Por consiguiente, se determinó que el caudal es menor al consumo máximo diario del año 2018, por lo tanto, el agua de la fuente es insuficiente a la dotación necesaria para la población actual.

Debido a esta problemática se propone el diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico con el fin de suplir el caudal necesario que demanda la población.

Fotografía No.1. Aforo de la fuente del Paraisito.



Fuente: Foto tomada por el grupo el día lunes 26 de marzo del año 2018.

4.2.3. Valoración del tanque de almacenamiento de agua potable actual

El tanque de almacenamiento de agua potable se encuentra localizado a una altura de 993 msnm, en la parte superior de la población.

Este tanque está construido de mampostería confinada de forma rectangular; con las siguientes dimensiones:

Tabla No.35. Datos del tanque de captación.

A	
(Ancho)	3.76
B (Largo)	7.75
Altura	1.6

Fuente: Medidas tomadas en el levantamiento topográfico de la comarca.

Posteriormente, se estimó un tanque de captación para una población futura de 20 años con el caudal máximo diario; este volumen es de 108.23 m³.

A su vez este volumen necesita un incremento del 20% de volumen de reserva y un 15% para variaciones horarias; como se muestra en el siguiente cuadro (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados, 1989):

Tabla No.36. Volúmenes de diseño.

Volumen del tanque actual	46.62	m ³
Volumen necesario en relación al consumo máximo diario para 20 años	108.23	m ³
Volumen de reserva (20% del consumo máximo diario)	61.84	m ³

Volumen de variaciones horarias (15% del consumo máximo diario)	46.38	m ³
Volumen total necesario para un periodo de 20 años	108.23	m ³
Diferencia de volumen del tanque actual y volumen necesario	61.60	m ³

Fuente: Cálculos tomados a partir del volumen del tanque de captación.

Por lo tanto, es necesario proponer un nuevo tanque con mayor capacidad de captación de agua potable con una vida útil de 20 años.

4.2.4. Pruebas físicas y químicas del agua de la fuente

Se elaboraron pruebas físicas y químicas de la fuente de agua actual; el cual es el ojo de agua del Paraisito.

En esta prueba de agua se recolectaron tres muestras para un análisis de la calidad del agua que se consume en la comarca, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla No.37. Análisis físico y químico completo.

Calidad del agua realizados por el laboratorio CIRA						
Análisis físicos y químicos						
Parámetros	Método	Limite o rango de detección	Resultados	Unidades	meq .r-1	Valores máximos admisibles
TURBIDEZ	2130. B ¹	0.00 a 999	0.6	UNT		5.00 UNT
pH A 25,0 °C	4500-H. B ¹	0.10 a 14.00	7.03	Unidades de PH		6.5 - 8.5 Unidades de PH
CONDUCTIVIDAD A 25,0 °C	2510.B ¹	1.0 a 100000.00	180.1	µs.cm ¹		Sin referencia
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	1030. E ¹		132.6	mg. l ¹		1000 mg. l ¹
COLOR VERDADERO	2120.B ¹	5 - 100.0	<5.0	mg. l ¹ Pt-Co		15 mg. l ¹ Pt-Co

Calidad del agua realizados por el laboratorio CIRA						
Análisis físicos y químicos						
Parámetros	Método	Límite o rango de detección	Resultados	Unidades	meq .r-1	Valores máximos admisibles
SODIO	3500-Na. B ¹	0.09	8.59	mg. l ¹	0.374	200 mg. l ¹
POTASIO	3500-K. B ¹	0.1	1.83	mg. l ¹	0.047	10.00 mg. l ¹
MAGNESIO	3500-Mg. B ¹	0.2	8.18	mg. l ¹	0.673	50.00 mg. l ¹
CALCIO	3500-Ca. B ¹	0.08	19.05	mg. l ¹	0.951	Sin referencia
CLORUROS	4110.B ²	0.25	3	mg. l ¹	0.085	250 mg. l ¹
NITRATOS	4110.B ²	0.25	<0.25	mg. l ¹		50 mg. l ¹
SULFATOS	4110.B ²	0.25	0.52	mg. l ¹	0.011	250 mg. l ¹
CARBONATOS	2320.B ²	2	<2.0	mg. l ¹		Sin referencia
BICARBONATOS	2320.B ²	0.75	107.4	mg. l ¹	1.76	Sin referencia
DUREZA TOTAL como CaCO ₃	2340.C ¹	0.13	81.18	mg. l ¹	1.624	Sin referencia
ALCALINADO TOTAL como CaCO ₃	2320.B ²	0.62	88	mg. l ¹	1.76	Sin referencia
ALCALINADO A LA FENOLFTALEINA	2320.B ²	1.67	<1.67	mg. l ¹		Sin referencia
SILICE REACTIVO DISUELTO	4500-SiO ₂ .C ¹	0.2	80.75	mg. l ¹		Sin referencia
NITRITOS	4500-NO ₂ .B ²	0.003	0.003	mg. l ¹		0.10 ó 3.00 mg. l ¹
HIERRO TOTAL	3500-Fe.B ¹	0.02	0.08	mg. l ¹		0.30 mg. l ¹
FLUORUROS	4110.B ²	0.25	<0.0003	mg. l ¹		0.70 - 1.5 mg. l ¹
AMONIO	4500-NH ₃ .F ¹	0.0003	4.85	%		0.5 mg. l ¹
BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030.E ¹					

Fuente: (Centro para la investigación de recursos acuáticos de Nicaragua (CIRA), 2018).

En los resultados obtenidos se identificó que el PH del agua se encuentra en un rango de 7.03 donde es considerada un valor neutro, además se tomaron en cuenta otros aspectos físicos y químicos presentes en la muestra, donde estos resultados están en un rango admisible a un resultado máximo como es el caso del hierro total, cloruros, sodio entre otros.

Tabla No.38. Análisis de coliformes.

Calidad del agua realizados por el laboratorio CIRA						
Análisis de coliformes						
Parámetros	Método	Límite de detección	Resultados	Unidades	Valor recomendado CAPRE ²	Valor guía WHO ³
Coliformes termo tolerantes	9221 E ¹	<1.8	1.10E+01	NMP/ 100 MI	Negativo	No detectable en 100 mL

Fuente: (Centro para la investigación de recursos acuáticos de Nicaragua (CIRA), 2018).

En la tabla No. 38., se muestran los resultados de 11 coliformes por cada 100 mililitros, donde es una cantidad mínima, que a su vez no es recomendable consumirla directamente, por lo tanto, se recomienda tratarla con cloración.

4.3. Rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable

Después de determinar las condiciones actuales del sistema de la red de distribución de agua potable de la comarca se conocen datos importantes como lo son: pérdidas, caudales, diámetros de tubería entre otros; para tal efecto se propone un nuevo sistema con mayor capacidad de forma que pueda abastecer con agua a la población futura.

4.3.1. Levantamiento topográfico

Para el diagnóstico de una red actual de distribución de agua potable se requiere una serie de procesos, empezando por la topografía del terreno para proseguir con los cálculos del rediseño.

Esta es la primera fase del estudio técnico y descriptivo de un terreno. Se trata de examinar la superficie teniendo en cuenta las características físicas y geográficas del terreno; ya que es esencial en la elaboración de planos de un proyecto a ejecutar.

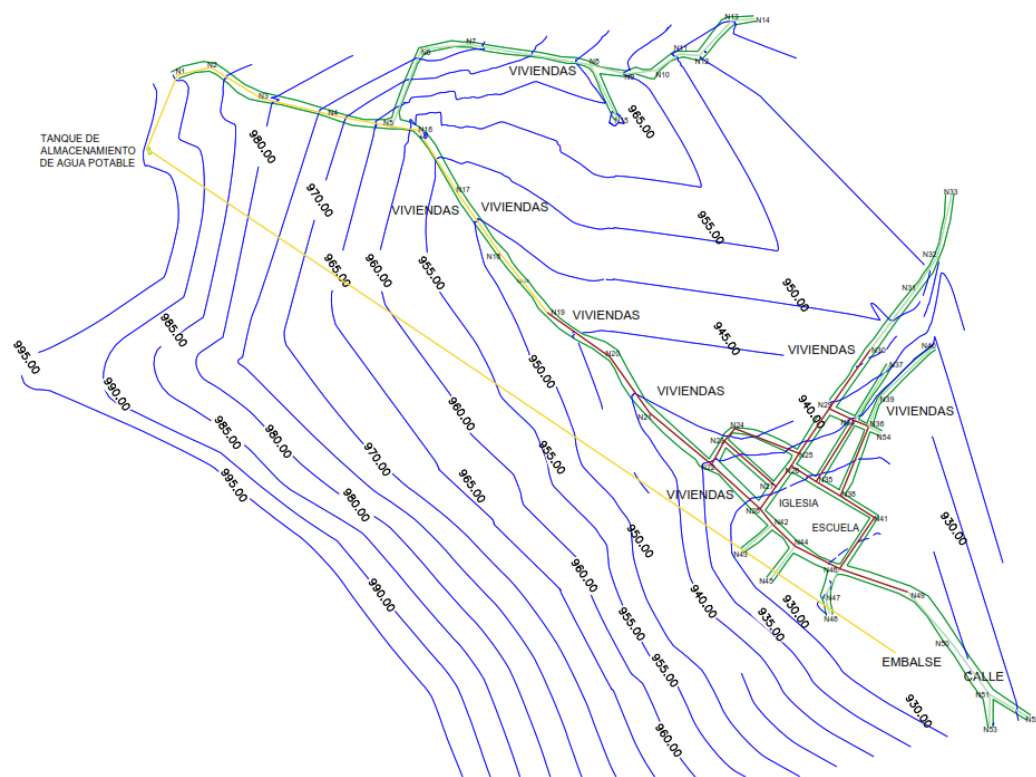
El levantamiento topográfico servirá de base para la planeación, estudios y diseños de alcantarillado sanitario, redes de distribución de agua potable, entre otros. (Arcus-global, 2017)

Con el levantamiento topográfico realizado en la comarca El Regadío se determinó que es una red de distribución abierta; debido a que el terreno tiene varias ramificaciones que salen de la línea principal de la misma.

Además; el estudio topográfico permite determinar las elevaciones, pendientes y longitudes del terreno con el uso de las curvas de nivel.

Las curvas de nivel que se muestran posteriormente representan las distintas elevaciones del terreno; el cual brindará longitudes entre curvas de nivel.

Figura No. 1. Curvas de nivel del terreno.



Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software AutoCAD / Civilcad.

4.3.2. Línea de conducción

La línea de conducción es un conjunto de tuberías y accesorios distribuidos alrededor del terreno según su levantamiento topográfico, estas tuberías están divididas en tramos llamados nodos, donde cada nodo recibe una dotación tomado del caudal de diseño para 20 años.

En la siguiente tabla se muestran las longitudes de las tuberías ubicadas entre los nodos usados en el diseño.

Tabla No.39. Tramos de las tuberías.

NODOS		DISTANCIA (m)
DE	HASTA	
Tanque	1	109.82
1	2	47.85
2	3	84.34
3	4	105.68
4	5	79.13
5	6	114.24
6	7	66.59
7	8	169.05
8	9	50.23
9	10	42.77
10	11	39.39
11	12	27.09
12	13	66.19
13	14	31.37
8	15	81.72
5	16	36.51
16	17	97.77
17	18	105.14
18	19	106.25
19	20	105.22

NODOS		DISTANCIA (m)
DE	HASTA	
20	21	94.84
21	22	110.89
22	23	37.02
23	24	22.41
24	25	94.75
25	26	20.04
26	27	35.44
27	28	38.01
22	28	90.83
25	29	74.38
29	30	99.64
30	31	102.98
31	32	53.90
32	33	87.45
29	34	38.84
34	35	99.38
34	36	21.15
34	37	89.97
36	38	103.61
35	38	38.82
36	54	18.17
36	39	44.55
39	40	97.54
38	41	55.67
26	35	40.60
23	27	94.80
28	42	27.58
42	43	55.17
42	44	42.87
44	45	54.84
44	46	69.03
46	47	42.96
47	48	24.76
41	46	85.42

NODOS		DISTANCIA (m)
DE	HASTA	
46	49	99.80
49	50	88.74
50	51	92.32
51	52	61.63
51	53	42.11
FUENTE	TANQUE	1244.219

Fuente: Elaboración propia mediante el levantamiento topográfico.

Posteriormente se sumarán las longitudes de los tramos con un total de 5303.47 m de longitud de tuberías.

4.3.2.1. Demanda de los nodos

Con el uso de la longitud total de los tramos de diseño y el factor del consumo total máximo a 20 años se obtuvo un coeficiente de diseño para el cálculo de las demandas por la longitud acumulada de los nodos.

a. Demanda de los nodos con el consumo total

$$\frac{Qdotacion2038}{\sum LONGITUDES} = \frac{3.58 \text{ lt/seg}}{5303.47m} = 0.0007 \text{ lts/m}$$

Tabla No.40. Demanda de los nodos con el consumo total.

Nodos	Longitud tributaria	Demanda base Lts	Elevación (msnm)
Fuente	622.11	0.00	921
Tanque	677.02	0.00	996.77
1	78.83	0.05	989.32
2	66.10	0.04	987.36
3	95.01	0.06	980.99
4	92.41	0.06	971.89

Nodos	Longitud tributaria	Demanda base Lts	Elevación (msnm)
5	96.69	0.07	963.05
6	90.41	0.06	976.69
7	117.82	0.08	976.43
8	150.50	0.10	964.19
9	46.50	0.03	959.96
10	41.08	0.03	957.42
11	33.24	0.02	954.16
12	46.64	0.03	951.58
13	48.78	0.03	955.43
14	15.68	0.01	959.06
15	40.86	0.03	965.45
16	67.14	0.05	959.25
17	101.45	0.07	952.16
18	105.69	0.07	948.56
19	105.74	0.07	946.45
20	100.03	0.07	942.77
21	102.86	0.07	938.56
22	119.37	0.08	934.8
23	77.11	0.05	939
24	58.58	0.04	942.45
25	94.59	0.06	933.41
26	48.04	0.03	931.83
27	84.12	0.06	930.3
28	78.21	0.05	929
29	106.43	0.07	939.36
30	101.31	0.07	946.74
31	78.44	0.05	953.73
32	70.68	0.05	946.85
33	43.73	0.03	941.01
34	124.67	0.08	934.63
35	89.40	0.06	929.2
36	93.73	0.06	932.16
37	44.99	0.03	940.79
38	99.05	0.07	927.58
39	71.04	0.05	933.67

Nodos	Longitud tributaria	Demanda base Lts	Elevación (msnm)
40	48.77	0.03	934.11
41	70.54	0.05	925.94
42	62.81	0.04	927.76
43	27.58	0.02	927.83
44	83.37	0.06	926.44
45	27.42	0.02	926.37
46	148.60	0.10	924.46
47	33.86	0.02	924.95
48	12.38	0.01	924.55
49	94.27	0.06	921.84
50	90.53	0.06	923.26
51	98.03	0.07	926.3
52	30.81	0.02	931.68
53	21.06	0.01	924.35
54	9.08	0.01	931.95

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento topográfico y cálculos de dotación.

b. Demanda de los nodos con el consumo máximo diario

$$\frac{Q_{dotacion2038}}{\sum LONGITUDES} = \frac{5.368 \text{ lt/seg}}{5303.47m} = 0.001 \text{ lts/m}$$

Tabla No.41. Demanda de los nodos con el consumo máximo diario.

Nodos	Longitud	Demanda base Lts*S	Elevación (msnm)
Fuente	622.11	0.00	921
Tanque	677.02	0.00	996.77
1	78.83	0.08	989.32
2	66.10	0.07	987.36
3	95.01	0.10	980.99
4	92.41	0.09	971.89
5	96.69	0.10	963.05
6	90.41	0.09	976.69

Nodos	Longitud	Demanda base Lts*S	Elevación (msnm)
7	117.82	0.12	976.43
8	150.50	0.15	964.19
9	46.50	0.05	959.96
10	41.08	0.04	957.42
11	33.24	0.03	954.16
12	46.64	0.05	951.58
13	48.78	0.05	955.43
14	15.68	0.02	959.06
15	40.86	0.04	965.45
16	67.14	0.07	959.25
17	101.45	0.10	952.16
18	105.69	0.11	948.56
19	105.74	0.11	946.45
20	100.03	0.10	942.77
21	102.86	0.10	938.56
22	119.37	0.12	934.8
23	77.11	0.08	939
24	58.58	0.06	942.45
25	94.59	0.10	933.41
26	48.04	0.05	931.83
27	84.12	0.09	930.3
28	78.21	0.08	929
29	106.43	0.11	939.36
30	101.31	0.10	946.74
31	78.44	0.08	953.73
32	70.68	0.07	946.85
33	43.73	0.04	941.01
34	124.67	0.13	934.63
35	89.40	0.09	929.2
36	93.73	0.09	932.16
37	44.99	0.05	940.79
38	99.05	0.10	927.58
39	71.04	0.07	933.67
40	48.77	0.05	934.11
41	70.54	0.07	925.94

Nodos	Longitud	Demanda base Lts*S	Elevación (msnm)
42	62.81	0.06	927.76
43	27.58	0.03	927.83
44	83.37	0.08	926.44
45	27.42	0.03	926.37
46	148.60	0.15	924.46
47	33.86	0.03	924.95
48	12.38	0.01	924.55
49	94.27	0.10	921.84
50	90.53	0.09	923.26
51	98.03	0.10	926.3
52	30.81	0.03	931.68
53	21.06	0.02	924.35
54	9.08	0.01	931.95

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento topográfico y cálculos de dotación.

Las demandas obtenidas en cada nodo son usadas en el software EPANET para lograr una correcta simulación de la red de distribución de agua potable. En este consumo máximo diario esta incrementada en un 150% del consumo total donde cada nodo recibe una dotación superior a la del consumo total.

c. Demanda de los nodos con el consumo máximo horario

$$\frac{Q_{dotacion2038}}{\sum LONGITUDES} = \frac{8.95 \text{ lt/seg}}{5303.47m} = 0.0017 \text{ lts/m}$$

Tabla No.42. Demanda de los nodos con el consumo máximo horario.

Nodos	Longitud	Demanda base Lts*S	Elevación (msnm)
Fuente	622.11	0.00	921
Tanque	677.02	0.00	996.77
1	78.83	0.13	989.32
2	66.10	0.11	987.36

Nodos	Longitud	Demanda base Lts*S	Elevación (msnm)
3	95.01	0.16	980.99
4	92.41	0.16	971.89
5	96.69	0.16	963.05
6	90.41	0.15	976.69
7	117.82	0.20	976.43
8	150.50	0.25	964.19
9	46.50	0.08	959.96
10	41.08	0.07	957.42
11	33.24	0.06	954.16
12	46.64	0.08	951.58
13	48.78	0.08	955.43
14	15.68	0.03	959.06
15	40.86	0.07	965.45
16	67.14	0.11	959.25
17	101.45	0.17	952.16
18	105.69	0.18	948.56
19	105.74	0.18	946.45
20	100.03	0.17	942.77
21	102.86	0.17	938.56
22	119.37	0.20	934.8
23	77.11	0.13	939
24	58.58	0.10	942.45
25	94.59	0.16	933.41
26	48.04	0.08	931.83
27	84.12	0.14	930.3
28	78.21	0.13	929
29	106.43	0.18	939.36
30	101.31	0.17	946.74
31	78.44	0.13	953.73
32	70.68	0.12	946.85
33	43.73	0.07	941.01
34	124.67	0.21	934.63
35	89.40	0.15	929.2
36	93.73	0.16	932.16
37	44.99	0.08	940.79

Nodos	Longitud	Demanda base Lts*S	Elevación (msnm)
38	99.05	0.17	927.58
39	71.04	0.12	933.67
40	48.77	0.08	934.11
41	70.54	0.12	925.94
42	62.81	0.11	927.76
43	27.58	0.05	927.83
44	83.37	0.14	926.44
45	27.42	0.05	926.37
46	148.60	0.25	924.46
47	33.86	0.06	924.95
48	12.38	0.02	924.55
49	94.27	0.16	921.84
50	90.53	0.15	923.26
51	98.03	0.17	926.3
52	30.81	0.05	931.68
53	21.06	0.04	924.35
54	9.08	0.02	931.95

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento topográfico y cálculos de dotación.

El consumo máximo horario sirve para identificar la hora donde se encuentra el mayor consumo de la población, este consumo representa al 250% del consumo total de igual manera las dotaciones en los nodos.

d. Demanda de los nodos sin consumo

$$\frac{Q_{dotacion2038}}{\sum LONGITUDES} = \frac{0 \text{ lt/seg}}{5303.47m} = 0.00 \text{ lts/m}$$

Tabla No.43. Demanda de los nodos sin consumo.

Nodos	Longitud	Demanda base Lts*S	Elevación (msnm)
Fuente	622.11	0.00	921
Tanque	677.02	0.00	996.77

Nodos	Longitud	Demanda base Lts*S	Elevación (msnm)
1	78.83	0.00	989.32
2	66.10	0.00	987.36
3	95.01	0.00	980.99
4	92.41	0.00	971.89
5	96.69	0.00	963.05
6	90.41	0.00	976.69
7	117.82	0.00	976.43
8	150.50	0.00	964.19
9	46.50	0.00	959.96
10	41.08	0.00	957.42
11	33.24	0.00	954.16
12	46.64	0.00	951.58
13	48.78	0.00	955.43
14	15.68	0.00	959.06
15	40.86	0.00	965.45
16	67.14	0.00	959.25
17	101.45	0.00	952.16
18	105.69	0.00	948.56
19	105.74	0.00	946.45
20	100.03	0.00	942.77
21	102.86	0.00	938.56
22	119.37	0.00	934.8
23	77.11	0.00	939
24	58.58	0.00	942.45
25	94.59	0.00	933.41
26	48.04	0.00	931.83
27	84.12	0.00	930.3
28	78.21	0.00	929
29	106.43	0.00	939.36
30	101.31	0.00	946.74
31	78.44	0.00	953.73
32	70.68	0.00	946.85
33	43.73	0.00	941.01
34	124.67	0.00	934.63
35	89.40	0.00	929.2
36	93.73	0.00	932.16
37	44.99	0.00	940.79
38	99.05	0.00	927.58
39	71.04	0.00	933.67
40	48.77	0.00	934.11
41	70.54	0.00	925.94
42	62.81	0.00	927.76

Nodos	Longitud	Demanda base Lts*S	Elevación (msnm)
43	27.58	0.00	927.83
44	83.37	0.00	926.44
45	27.42	0.00	926.37
46	148.60	0.00	924.46
47	33.86	0.00	924.95
48	12.38	0.00	924.55
49	94.27	0.00	921.84
50	90.53	0.00	923.26
51	98.03	0.00	926.3
52	30.81	0.00	931.68
53	21.06	0.00	924.35
54	9.08	0.00	931.95

Fuente: Elaboración propia a partir de levantamiento topográfico y cálculos de dotación.

4.3.3. Equipo de bombeo

Para el diseño de un sistema de bombeo eléctrico se debe considerar las siguientes condiciones:

Tabla No.44. Condiciones de diseño del sistema eléctrico (pozo).

Profundidad del Nivel estático del agua (NEA)	10.00	m
Variaciones estacionales	6.096	m
Abatimiento por bombeo	12.192	m
Sumergencia	6.096	m
Tubería de conducción PVC (C)	150	
Caudal de diseño	5.4	L
Tiempo de bombeo	16	horas
Profundidad de la bomba	34.38	m

Fuente: Condiciones propuestas.

En base a la entrevista realizada al director de obras municipales de la alcaldía de Estelí, el Arq. Wilfredo Rodríguez, se obtuvieron datos relacionados a las

perforaciones de pozos anteriormente realizadas en la zona donde la profundidad equivale aproximadamente a los 30 metros de profundidad como máximo; además estos hechos son corroborados por la población que habita en la comarca.

El sistema de bombeo se encuentra con una elevación de 921 msnm; donde se encuentra en un nivel inferior en relación al tanque de almacenamiento de agua potable y a un nivel semejante al de la comarca.

4.3.3.1. Diámetro de la tubería del sistema de bombeo

El diámetro de la tubería en uso se calculó de la siguiente manera:

$$D = 0.9 * 0.0054^{4.5} = 0.086m = 4 \text{ In}$$

4.3.3.2. Carga total dinámica (CTD)

Para calcular la carga total dinámica se realizó una serie de procedimientos previos, los que posteriormente permitieron conocer la capacidad de la eficiencia del equipo de bombeo.

a. Nivel más bajo del agua durante el bombeo

$$NB = 10 + 6.096 + 12.192 = 28.29m$$

b. Carga estática de la descarga

$$CED = \text{Elevación del tanque} - \text{Elevación fuente} = 996.77 - 921 = 75.8m$$

c. Longitud de la columna

$$Lc = 28.29 + 6.096 = 34.384m$$

d. Pérdida de la columna dentro del pozo

$$h_{fcolumna} = 5\% * 34.384m = 1.72 \text{ m}$$

e. Pérdida de la descarga

Se tomaron en cuenta las pérdidas de la longitud equivalente en tubería recta para un diámetro de 4 pulgadas; donde se sumaron los siguientes accesorios:

Tabla No.45. Pérdida de accesorios en tubería recta

Accesorios	Cantidad	Longitud equivalente (m)	Total (m)
codo 90 mediano	1	2.8	2.8
válvula de compuerta, vc liviano	1	0.7	0.7
válvula de retención, vr liviano	1	6.4	6.4
tee paso directo	1	2.1	2.1
medidor	1	10	10
codo 90g de radio corto	1	3.4	3.4
codo 45g	1	1.5	1.5
Salida de tubería	1	3.2	3.2

Fuente: fagro.edu.uy (2015).

$$L_e = \Sigma \text{accesorios} = 30.1 \text{ m}$$

Para obtener la longitud real, se consideró el tramo del pozo hasta el tanque con una longitud de 1244.22 m.

$$L_{Real} = 1244.22 + 30.1 \text{ m} = 1274.32m$$

Esta longitud real representa la distancia de adentro del pozo hasta el punto más alto, el cual posteriormente debe ser usado en la pérdida de la descarga, como se muestra a continuación:

$$hf_{descarga} = 10.674 \left(\frac{0.0036m}{150} \right)^{1.852} * \left(\frac{1274.32m}{0.0762m^{4.87}} \right) = 5.44m$$

En conclusión, con los resultados obtenidos se pudo calcular la carga total dinámica; esta carga se le sumara a la elevación del pozo para obtener una elevación real de diseño.

$$CTD = 28.29m + 75.8m + 1.72m + 5.44m = 111.22 m$$

f. Potencia hidráulica de la bomba

$$PB = \frac{55.473gpm * 364.89 ft}{3690} = 7.67 hp$$

g. Potencia analítica del equipo de bombeo

Eficiencia del motor de la bomba 60%

$$PEB = \frac{7.67}{0.6} = 13hp \therefore 15 hp$$

Por tal razón, se propone una bomba de 15 hp debido a que es una medida comercial, ya que no existen bombas de 13 hp.

4.3.4. Presiones

4.3.4.1. Velocidad

Para encontrar la velocidad de diseño se utilizó un diámetro de 4 In, el cual es el diámetro económico encontrado en la tubería del sistema de bombeo.

$$v = \frac{4 * (\frac{0.0054m^3}{s})}{\pi(0.1016m)^2} = 0.66 \text{ m/s}$$

La velocidad se encuentra en el rango óptimo de diseño según INAA (2001, pág. 43), donde las velocidades permisibles son de 0.6 m/s a 2 m/s.

4.3.4.2. Golpe de ariete

a. Cálculo de la celeridad

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 * \frac{0.1016m}{0.00673 \text{ m}}}} = 553.39 \text{ m/s}$$

b. Tiempo de cierre

$$T = \frac{2 * 1244.22m}{553.39 \text{ m/s}} = 4.5 \text{ seg}$$

Al obtener los resultados de la velocidad y de la celeridad se puede calcular el valor del golpe de ariete de la tubería como se muestra a continuación:

$$Ga = \frac{553.39 \frac{m}{s} * 0.66 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/s}^2} = 37.354 \text{ m}$$

c. Presión total

$$PT = 37.354 \text{ m} + 75.8 \text{ m} = 113.24m$$

Tabla No.46. Resumen de la presión de la tubería

Concepto	Valor calculado	Valor de referencia	Observación
Velocidad	0.66	$0.6\text{m/s} < v < 1.5\text{m/s}$	Cumple
Golpe de ariete	113.124	175	Cumple

Fuente: Adaptados del documento de Durman.com (2015).

4.3.5. Resultados del software EPANET

En las simulaciones del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se utilizó el software EPANET, donde se proyectó el diseño de las presiones, velocidades, diámetros, válvulas, embalse y almacenamiento del sistema. Estas simulaciones están representadas de acuerdo a las condiciones topográficas de la comarca tomando en cuenta varios nodos con sus diferentes demandas según corresponda a cada uno de los nodos.

4.3.5.1. Embalse

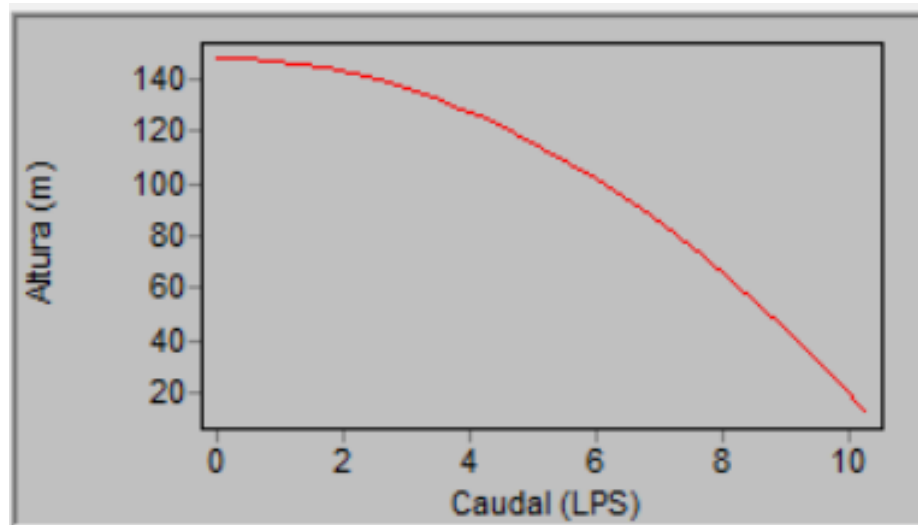
Se colocó un embalse en la ubicación del pozo tomando en cuenta la elevación sobre el nivel del mar menos la profundidad calculada que tendría el sistema de bombeo; con la siguiente elevación:

$$\text{Hembalse} = 921 \text{ msnm} - 34.38\text{m} = 886.62 \text{ m}$$

a. Curva de la bomba de diseño

Al colocarse la bomba del embalse al tanque de almacenamiento de agua potable se consideró el diseño de una curva que toma en cuenta la carga dinámica total (CTD) en relación a la demanda del consumo máximo diario del proyecto como se muestra en la siguiente imagen:

Figura No. 2. Curva de la bomba del diseño.



Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software EPANET; donde la carga dinámica total es de 111.22 m y el caudal de diseño es de 5.368 Lts.

Además, se realizó tomando en cuenta una bomba comercial, para identificar la eficiencia de la bomba, donde, los resultados fueron los mismos. (Ver en el anexo No. 5)

4.3.5.2. Tanque de almacenamiento de agua potable

El tanque de almacenamiento de agua potable está ubicado en el punto más elevado de la comarca El Regadío, este cuenta con los siguientes datos de diseño:

Tabla No.47. Datos del tanque de almacenamiento de agua potable.

Tanque de almacenamiento de agua potable	
Cota	994.27 msnm
Nivel inicial	1.25 mca
Nivel máximo	2.5 mca
Diámetro	75 mm
Caudal neto entrante	2.86 Lts

Tanque de almacenamiento de agua potable	
Elevación	995.52 m
Presión	1.25 m

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software EPANET.

4.3.5.3. Resultados de los nodos

a. Resultados de los nodos con el consumo total

Tabla No.48. Resultados de los nodos con las demandas del consumo total.

Resultado de los nodos con consumo total					
ID Nudo	Cota	Demanda Base	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	LPS	m	m
Conexión N1	989.32	0.05	0.05	995.38	6.06
Conexión N2	987.36	0.04	0.04	995.32	7.96
Conexión N3	980.99	0.06	0.06	995.23	14.24
Conexión N4	971.89	0.06	0.06	995.11	23.22
Conexión N5	963.05	0.07	0.07	995.02	31.97
Conexión N6	976.69	0.06	0.06	994.88	18.19
Conexión N16	959.25	0.05	0.05	994.99	35.74
Conexión N7	976.43	0.08	0.08	994.82	18.39
Conexión N8	964.19	0.1	0.1	994.72	30.53
Conexión N9	959.96	0.03	0.03	994.72	34.76
Conexión N10	957.42	0.03	0.03	994.71	37.29
Conexión N11	954.16	0.02	0.02	994.71	40.55
Conexión N12	951.58	0.03	0.03	994.71	43.13
Conexión N13	955.43	0.03	0.03	994.71	39.28
Conexión N14	959.06	0.01	0.01	994.71	35.65
Conexión N17	952.16	0.07	0.07	994.93	42.77
Conexión N18	948.56	0.07	0.07	994.86	46.3
Conexión N19	946.45	0.07	0.07	994.79	48.34
Conexión N20	942.77	0.07	0.07	994.56	51.79
Conexión N21	938.56	0.07	0.07	994.35	55.79
Conexión N22	934.8	0.08	0.08	956.94	22.14
Conexión N23	939	0.05	0.05	956.92	17.92
Conexión N24	942.45	0.04	0.04	956.92	14.47
Conexión N27	930.3	0.06	0.06	956.91	26.61

Resultado de los nodos con consumo total					
ID Nudo	Cota	Demanda Base	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	LPS	m	m
Conexión N25	933.41	0.06	0.06	956.9	23.49
Conexión N26	931.83	0.03	0.03	956.9	25.07
Conexión N28	929	0.05	0.05	956.91	27.91
Conexión N29	939.36	0.07	0.07	956.89	17.53
Conexión N30	946.74	0.07	0.07	956.89	10.15
Conexión N31	953.73	0.05	0.05	956.88	3.15
Conexión N32	946.85	0.05	0.05	956.66	9.81
Conexión N33	941.01	0.03	0.03	956.66	15.65
Conexión N35	929.2	0.06	0.06	956.9	27.7
Conexión N34	934.63	0.08	0.08	956.89	22.26
Conexión N37	940.79	0.03	0.03	956.89	16.1
Conexión N38	927.58	0.07	0.07	956.89	29.31
Conexión N36	932.16	0.06	0.06	956.89	24.73
Conexión N54	931.95	0.01	0.01	956.89	24.94
Conexión N39	933.67	0.05	0.05	956.89	23.22
Conexión N40	934.11	0.03	0.03	956.89	22.78
Conexión N41	925.94	0.05	0.05	956.89	30.95
Conexión N42	927.76	0.04	0.04	956.9	29.14
Conexión N43	927.83	0.02	0.02	956.9	29.07
Conexión N44	926.44	0.06	0.06	956.9	30.46
Conexión N45	926.37	0.02	0.02	956.9	30.53
Conexión N46	924.46	0.1	0.1	956.89	32.43
Conexión N47	924.95	0.02	0.02	956.89	31.94
Conexión N48	924.55	0.01	0.01	956.89	32.34
Conexión N49	921.84	0.06	0.06	956.89	35.05
Conexión N50	923.26	0.06	0.06	956.87	33.61
Conexión N51	926.3	0.07	0.07	956.86	30.56
Conexión N52	931.68	0.02	0.02	956.86	25.18
Conexión N53	924.35	0.01	0.01	956.86	32.51
Conexión N15	965.45	0.03	0.03	994.72	29.27
Conexión 1	938.56	0	0	957.16	18.6
EMBALSE	886.62	No Disponible	-5.53	886.62	0
Depósito TANQUE	994.27	No Disponible	2.86	995.52	1.25

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software EPANET.

Con el software de Epanet se determinó la presión mayor ejercida del diseño de abastecimiento de agua potable; la cual se encuentra en el nodo 21 con 55.79 m y a su vez la presión mínima que es de 3.15 m, considerando un margen de una presión mínima de 14 m y una máxima de 50 m; según el INAA (2001), se permiten presiones en puntos aislados de hasta 70 m cuando la topografía es muy irregular; lo cual está en lo permitido, de igual manera se tiene que la mayor demanda se encuentra en el nodo 8 y 46 con 0.10 lps.

b. Resultados de los nodos con el consumo máximo horario

Tabla No.49. Resultados de los nodos con las demandas del consumo máximo diario.

Resultado de los nodos con consumo máximo diario					
ID Nudo	Cota	Demanda Base	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	LPS	m	m
Conexión N1	989.32	0.05	0.08	995.23	5.91
Conexión N2	987.36	0.04	0.06	995.1	7.74
Conexión N3	980.99	0.06	0.09	994.9	13.91
Conexión N4	971.89	0.06	0.09	994.64	22.75
Conexión N5	963.05	0.07	0.1	994.46	31.41
Conexión N6	976.69	0.06	0.09	994.17	17.48
Conexión N16	959.25	0.05	0.08	994.4	35.15
Conexión N7	976.43	0.08	0.12	994.04	17.61
Conexión N8	964.19	0.1	0.15	993.83	29.64
Conexión N9	959.96	0.03	0.05	993.82	33.86
Conexión N10	957.42	0.03	0.05	993.8	36.38
Conexión N11	954.16	0.02	0.03	993.8	39.64
Conexión N12	951.58	0.03	0.05	993.8	42.22
Conexión N13	955.43	0.03	0.05	993.79	38.36
Conexión N14	959.06	0.01	0.01	993.79	34.73
Conexión N17	952.16	0.07	0.1	994.26	42.1
Conexión N18	948.56	0.07	0.1	994.12	45.56
Conexión N19	946.45	0.07	0.1	993.98	47.53
Conexión N20	942.77	0.07	0.1	993.48	50.71
Conexión N21	938.56	0.07	0.1	993.05	54.49
Conexión N22	934.8	0.08	0.12	956.7	21.9

Resultado de los nodos con consumo máximo diario					
ID Nudo	Cota	Demanda Base	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	LPS	m	m
Conexión N23	939	0.05	0.08	956.66	17.66
Conexión N24	942.45	0.04	0.06	956.65	14.2
Conexión N27	930.3	0.06	0.09	956.63	26.33
Conexión N25	933.41	0.06	0.09	956.62	23.21
Conexión N26	931.83	0.03	0.05	956.62	24.79
Conexión N28	929	0.05	0.08	956.63	27.63
Conexión N29	939.36	0.07	0.1	956.6	17.24
Conexión N30	946.74	0.07	0.1	956.59	9.85
Conexión N31	953.73	0.05	0.08	956.56	2.83
Conexión N32	946.85	0.05	0.08	956.11	9.26
Conexión N33	941.01	0.03	0.05	956.1	15.09
Conexión N35	929.2	0.06	0.09	956.6	27.4
Conexión N34	934.63	0.08	0.12	956.6	21.97
Conexión N37	940.79	0.03	0.05	956.6	15.81
Conexión N38	927.58	0.07	0.1	956.6	29.02
Conexión N36	932.16	0.06	0.09	956.6	24.44
Conexión N54	931.95	0.01	0.01	956.6	24.65
Conexión N39	933.67	0.05	0.08	956.59	22.92
Conexión N40	934.11	0.03	0.05	956.59	22.48
Conexión N41	925.94	0.05	0.08	956.6	30.66
Conexión N42	927.76	0.04	0.06	956.62	28.86
Conexión N43	927.83	0.02	0.03	956.62	28.79
Conexión N44	926.44	0.06	0.09	956.61	30.17
Conexión N45	926.37	0.02	0.03	956.61	30.24
Conexión N46	924.46	0.1	0.15	956.6	32.14
Conexión N47	924.95	0.02	0.03	956.6	31.65
Conexión N48	924.55	0.01	0.01	956.6	32.05
Conexión N49	921.84	0.06	0.09	956.59	34.75
Conexión N50	923.26	0.06	0.09	956.55	33.29
Conexión N51	926.3	0.07	0.1	956.53	30.23
Conexión N52	931.68	0.02	0.03	956.53	24.85
Conexión N53	924.35	0.01	0.01	956.53	32.18
Conexión N15	965.45	0.03	0.05	993.83	28.38
Conexión 1	938.56	0	0	957.16	18.6
EMBALSE	886.62	No Disponible	-5.53	886.62	0
Depósito TANQUE	994.27	No Disponible	1.53	995.52	1.25

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software EPANET.

En la tabla No. 49, se consideraron los cálculos por nodo con el software de Epanet para determinar las presiones con las demandas bases utilizando el 150% del consumo total siendo este el consumo máximo diario, donde se determinó la presión mayor ejercida del diseño de abastecimiento de agua potable; la cual se encuentra en el nodo 21 con 54.49 m, además, se tienen que las mayores demandas se encuentran en los nodos 8 y 46 con 0.15 lps.

c. Resultados de los nodos con el consumo máximo diario

Tabla No.50. Resultados de los nodos con las demandas del consumo máximo horario.

Resultado de los nodos con consumo máximo horario					
ID Nudo	Cota	Demanda Base	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	LPS	m	m
Conexión N1	989.32	0.05	0.12	994.76	5.44
Conexión N2	987.36	0.04	0.1	994.44	7.08
Conexión N3	980.99	0.06	0.15	993.91	12.92
Conexión N4	971.89	0.06	0.15	993.26	21.37
Conexión N5	963.05	0.07	0.17	992.79	29.74
Conexión N6	976.69	0.06	0.15	992.03	15.34
Conexión N16	959.25	0.05	0.12	992.64	33.39
Conexión N7	976.43	0.08	0.2	991.7	15.27
Conexión N8	964.19	0.1	0.25	991.18	26.99
Conexión N9	959.96	0.03	0.08	991.13	31.17
Conexión N10	957.42	0.03	0.08	991.1	33.68
Conexión N11	954.16	0.02	0.05	991.09	36.93
Conexión N12	951.58	0.03	0.08	991.08	39.5
Conexión N13	955.43	0.03	0.08	991.08	35.65
Conexión N14	959.06	0.01	0.03	991.08	32.02
Conexión N17	952.16	0.07	0.17	992.28	40.12
Conexión N18	948.56	0.07	0.17	991.91	43.35
Conexión N19	946.45	0.07	0.17	991.56	45.11
Conexión N20	942.77	0.07	0.17	990.27	47.5
Conexión N21	938.56	0.07	0.17	989.14	50.58
Conexión N22	934.8	0.08	0.2	955.99	21.19
Conexión N23	939	0.05	0.12	955.87	16.87
Conexión N24	942.45	0.04	0.1	955.85	13.4

Resultado de los nodos con consumo máximo horario					
ID Nudo	Cota	Demanda Base	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	LPS	m	m
Conexión N27	930.3	0.06	0.15	955.8	25.5
Conexión N25	933.41	0.06	0.15	955.77	22.36
Conexión N26	931.83	0.03	0.08	955.77	23.94
Conexión N28	929	0.05	0.12	955.81	26.81
Conexión N29	939.36	0.07	0.17	955.72	16.36
Conexión N30	946.74	0.07	0.17	955.7	8.96
Conexión N31	953.73	0.05	0.12	955.62	1.89
Conexión N32	946.85	0.05	0.12	954.45	7.6
Conexión N33	941.01	0.03	0.08	954.45	13.44
Conexión N35	929.2	0.06	0.15	955.73	26.53
Conexión N34	934.63	0.08	0.2	955.72	21.09
Conexión N37	940.79	0.03	0.08	955.71	14.92
Conexión N38	927.58	0.07	0.17	955.72	28.14
Conexión N36	932.16	0.06	0.15	955.72	23.56
Conexión N54	931.95	0.01	0.03	955.72	23.77
Conexión N39	933.67	0.05	0.12	955.7	22.03
Conexión N40	934.11	0.03	0.08	955.7	21.59
Conexión N41	925.94	0.05	0.12	955.72	29.78
Conexión N42	927.76	0.04	0.1	955.78	28.02
Conexión N43	927.83	0.02	0.05	955.78	27.95
Conexión N44	926.44	0.06	0.15	955.75	29.31
Conexión N45	926.37	0.02	0.05	955.75	29.38
Conexión N46	924.46	0.1	0.25	955.71	31.25
Conexión N47	924.95	0.02	0.05	955.71	30.76
Conexión N48	924.55	0.01	0.03	955.71	31.16
Conexión N49	921.84	0.06	0.15	955.69	33.85
Conexión N50	923.26	0.06	0.15	955.59	32.33
Conexión N51	926.3	0.07	0.17	955.55	29.25
Conexión N52	931.68	0.02	0.05	955.55	23.87
Conexión N53	924.35	0.01	0.03	955.55	31.2
Conexión N15	965.45	0.03	0.08	991.18	25.73
Conexión 1	938.56	0	0	957.16	18.6
EMBALSE	886.62	No Disponible	-5.53	886.62	0
Depósito TANQUE	994.27	No Disponible	-1.14	995.52	1.25

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software EPANET.

En la tabla No. 50, se consideraron los cálculos por nodo con el software de Epanet para determinar las presiones con las demandas bases utilizando el 250% del consumo total siendo este el consumo máximo horario, donde se determinó la presión mayor horaria ejercida del diseño de abastecimiento de agua potable; la cual se encuentra en el nodo 21 con 50.58 m, además, se tiene que la mayor demanda se encuentra en el nodo 46 con 0.25 lps.

d. Resultados de los nodos sin consumo

Tabla No.51. Resultados de los nodos sin consumo.

Resultado de los nodos sin consumo					
ID Nudo	Cota	Demanda Base	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	LPS	m	m
Conexión N1	989.32	0	0	995.52	6.2
Conexión N2	987.36	0	0	995.52	8.16
Conexión N3	980.99	0	0	995.52	14.53
Conexión N4	971.89	0	0	995.52	23.63
Conexión N5	963.05	0	0	995.52	32.47
Conexión N6	976.69	0	0	995.52	18.83
Conexión N16	959.25	0	0	995.52	36.27
Conexión N7	976.43	0	0	995.52	19.09
Conexión N8	964.19	0	0	995.52	31.33
Conexión N9	959.96	0	0	995.52	35.56
Conexión N10	957.42	0	0	995.52	38.1
Conexión N11	954.16	0	0	995.52	41.36
Conexión N12	951.58	0	0	995.52	43.94
Conexión N13	955.43	0	0	995.52	40.09
Conexión N14	959.06	0	0	995.52	36.46
Conexión N17	952.16	0	0	995.52	43.36
Conexión N18	948.56	0	0	995.52	46.96
Conexión N19	946.45	0	0	995.52	49.07
Conexión N20	942.77	0	0	995.52	52.75
Conexión N21	938.56	0	0	995.52	56.96
Conexión N22	934.8	0	0	957.16	22.36
Conexión N23	939	0	0	957.16	18.16
Conexión N24	942.45	0	0	957.16	14.71

Resultado de los nodos sin consumo					
ID Nudo	Cota	Demanda Base	Demanda	Altura	Presión
	m	LPS	LPS	m	m
Conexión N27	930.3	0	0	957.16	26.86
Conexión N25	933.41	0	0	957.16	23.75
Conexión N26	931.83	0	0	957.16	25.33
Conexión N28	929	0	0	957.16	28.16
Conexión N29	939.36	0	0	957.16	17.8
Conexión N30	946.74	0	0	957.16	10.42
Conexión N31	953.73	0	0	957.16	3.43
Conexión N32	946.85	0	0	957.16	10.31
Conexión N33	941.01	0	0	957.16	16.15
Conexión N35	929.2	0	0	957.16	27.96
Conexión N34	934.63	0	0	957.16	22.53
Conexión N37	940.79	0	0	957.16	16.37
Conexión N38	927.58	0	0	957.16	29.58
Conexión N36	932.16	0	0	957.16	25
Conexión N54	931.95	0	0	957.16	25.21
Conexión N39	933.67	0	0	957.16	23.49
Conexión N40	934.11	0	0	957.16	23.05
Conexión N41	925.94	0	0	957.16	31.22
Conexión N42	927.76	0	0	957.16	29.4
Conexión N43	927.83	0	0	957.16	29.33
Conexión N44	926.44	0	0	957.16	30.72
Conexión N45	926.37	0	0	957.16	30.79
Conexión N46	924.46	0	0	957.16	32.7
Conexión N47	924.95	0	0	957.16	32.21
Conexión N48	924.55	0	0	957.16	32.61
Conexión N49	921.84	0	0	957.16	35.32
Conexión N50	923.26	0	0	957.16	33.9
Conexión N51	926.3	0	0	957.16	30.86
Conexión N52	931.68	0	0	957.16	25.48
Conexión N53	924.35	0	0	957.16	32.81
Conexión N15	965.45	0	0	995.52	30.07
Conexión 1	938.56	0	0	957.16	18.6
EMBALSE	886.62	No Disponible	-5.53	886.62	0
Depósito TANQUE	994.27	No Disponible	5.53	995.52	1.25

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software EPANET.

En la tabla No. 51, se consideraron los cálculos por nodo con el software de Epanet para determinar las presiones sin consumo; al no haber consumo las presiones se elevan por lo tanto en el diseño de abastecimiento de agua se recomienda la instalación de válvulas, donde se determinó la presión mayor ejercida, la cual se encuentra en el nodo 21 con 56.96 m.

Llevando a cabo las cuatro simulaciones mediante el software EPANET: consumo total, consumo máximo diario, consumo máximo horario y sin consumo, se determinó entre las cuatro simulaciones antes mencionadas que existe una relación en el nodo 21 donde se ejerce la mayor presión; esto se debe a que posteriormente el nodo está conectado a una válvula para reducir las presiones.

4.3.5.4. Resultados de las tuberías

a. Resultados de las tuberías con el consumo total

Tabla No.52. Resultados de las tuberías con el consumo total.

Resultado de las tuberías con el consumo total						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería p2	47.85	100	150	2.62	0.33	1.22
Tubería p3	81.34	100	150	2.58	0.33	1.19
Tubería p4	105.7	100	150	2.52	0.32	1.14
Tubería p5	79.13	100	150	2.46	0.31	1.09
Tubería p6	114.2	50	150	0.42	0.21	1.21
Tubería p7	36.51	100	150	1.97	0.25	0.72
Tubería p8	66.59	50	150	0.36	0.18	0.91
Tubería p9	169.1	50	150	0.28	0.14	0.57
Tubería p10	42.77	50	150	0.12	0.06	0.12
Tubería p11	39.39	50	150	0.09	0.05	0.07
Tubería p12	27.09	50	150	0.07	0.04	0.04
Tubería p13	66.19	50	150	0.04	0.02	0.02
Tubería p14	31.37	50	150	0.01	0.01	0
Tubería p15	97.77	100	150	1.92	0.24	0.69

Resultado de las tuberías con el consumo total						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería p16	105.1	100	150	1.85	0.24	0.64
Tubería p17	106.3	100	150	1.78	0.23	0.6
Tubería p18	105.2	75	150	1.71	0.39	2.25
Tubería p19	94.83	75	150	1.64	0.37	2.16
Tubería p20	110.9	75	150	1.57	0.36	1.92
Tubería p21	37.02	75	150	0.85	0.19	0.61
Tubería p22	22.41	75	150	0.44	0.1	0.18
Tubería p23	94.79	75	150	0.36	0.08	0.12
Tubería p24	94.75	75	150	0.4	0.09	0.15
Tubería p25	20.04	75	150	0	0	0
Tubería p26	35.44	75	150	-0.45	0.1	0.19
Tubería p27	90.83	75	150	0.64	0.15	0.37
Tubería p28	38.01	75	150	0.15	0.03	0.03
Tubería p29	74.38	75	150	0.34	0.08	0.11
Tubería p30	99.64	75	150	0.2	0.05	0.04
Tubería p31	103	50	150	0.13	0.07	0.14
Tubería p32	53.9	50	15	0.08	0.04	3.98
Tubería p33	87.45	50	150	0.03	0.02	0.01
Tubería p34	40.6	75	150	0.42	0.09	0.16
Tubería p35	99.38	75	150	0.14	0.03	0.02
Tubería p36	38.84	75	150	0.07	0.02	0.01
Tubería p37	89.97	50	150	0.03	0.02	0.01
Tubería p38	38.82	75	150	0.22	0.05	0.05
Tubería p39	103.6	75	150	0.05	0.01	0
Tubería p40	21.15	75	150	0.1	0.02	0.01
Tubería p41	18.17	50	150	0.01	0.01	0
Tubería p42	44.55	50	150	0.08	0.04	0.06
Tubería p43	97.54	50	150	0.03	0.02	0.01
Tubería p44	55.67	75	150	0.1	0.02	0.01
Tubería p45	27.58	75	150	0.44	0.1	0.18
Tubería p46	55.17	50	150	0.02	0.01	0
Tubería p47	42.87	75	150	0.38	0.09	0.14
Tubería p48	54.84	50	150	0.02	0.01	0
Tubería p49	69.03	75	150	0.3	0.07	0.09
Tubería p50	85.42	75	150	-0.05	0.01	0
Tubería p51	42.96	50	150	0.03	0.02	0.01
Tubería p52	24.76	50	150	-0.01	0.01	0

Resultado de las tuberías con el consumo total						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería p53	99.8	75	150	0.22	0.05	0.05
Tubería p54	88.74	50	150	0.16	0.08	0.2
Tubería p55	92.32	50	150	0.1	0.05	0.08
Tubería p56	61.63	50	150	0.02	0.01	0
Tubería p57	42.11	50	150	0.01	0.01	0
Tubería p59	50.23	50	150	0.15	0.08	0.18
Tubería p60	81.72	50	150	0.03	0.02	0.01
Tubería 3	109.82	100	150	-2.67	0.34	1.27
Bomba 1	No Disponible	No Disponible	No Disponible	5.53	0	-108.9
Válvula 2	No Disponible	75	No Disponible	1.57	0.36	37.2

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software EPANET.

En la tabla No. 52. Se encuentra un caudal máximo de 2.62 lps ubicado en la conexión del nodo 1 al nodo 2 siendo esta la tubería 2 y con una velocidad máxima de 0.39 m/s ubicada en la tubería 18.

b. Resultados de las tuberías con el consumo máximo diario

Tabla No.53. Resultados de las tuberías con el consumo máximo diario.

Resultado de las tuberías con el consumo máximo diario						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería p2	47.85	100	150	3.93	0.5	2.59
Tubería p3	81.34	100	150	3.87	0.49	2.52
Tubería p4	105.7	100	150	3.78	0.48	2.41
Tubería p5	79.13	100	150	3.69	0.47	2.31
Tubería p6	114.2	50	150	0.63	0.32	2.56
Tubería p7	36.51	100	150	2.96	0.38	1.53
Tubería p8	66.59	50	150	0.54	0.28	1.92
Tubería p9	169.1	50	150	0.42	0.21	1.21
Tubería p10	42.77	50	150	0.18	0.09	0.25

Resultado de las tuberías con el consumo máximo diario						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería p11	39.39	50	150	0.14	0.07	0.15
Tubería p12	27.09	50	150	0.1	0.05	0.09
Tubería p13	66.19	50	150	0.06	0.03	0.03
Tubería p14	31.37	50	150	0.01	0.01	0
Tubería p15	97.77	100	150	2.88	0.37	1.46
Tubería p16	105.1	100	150	2.78	0.35	1.36
Tubería p17	106.3	100	150	2.67	0.34	1.27
Tubería p18	105.2	75	150	2.56	0.58	4.78
Tubería p19	94.83	75	150	2.46	0.56	4.59
Tubería p20	110.9	75	150	2.35	0.53	4.08
Tubería p21	37.02	75	150	1.27	0.29	1.3
Tubería p22	22.41	75	150	0.66	0.15	0.39
Tubería p23	94.79	75	150	0.54	0.12	0.26
Tubería p24	94.75	75	150	0.6	0.14	0.32
Tubería p25	20.04	75	150	0	0	0
Tubería p26	35.44	75	150	-0.67	0.15	0.4
Tubería p27	90.83	75	150	0.97	0.22	0.78
Tubería p28	38.01	75	150	0.23	0.05	0.05
Tubería p29	74.38	75	150	0.51	0.12	0.24
Tubería p30	99.64	75	150	0.3	0.07	0.09
Tubería p31	103	50	150	0.19	0.1	0.29
Tubería p32	53.9	50	15	0.12	0.06	8.43
Tubería p33	87.45	50	150	0.05	0.02	0.02
Tubería p34	40.6	75	150	0.63	0.14	0.35
Tubería p35	99.38	75	150	0.2	0.05	0.04
Tubería p36	38.84	75	150	0.11	0.02	0.01
Tubería p37	89.97	50	150	0.05	0.02	0.02
Tubería p38	38.82	75	150	0.33	0.07	0.11
Tubería p39	103.6	75	150	0.08	0.02	0.01
Tubería p40	21.15	75	150	0.15	0.03	0.02
Tubería p41	18.17	50	150	0.01	0.01	0
Tubería p42	44.55	50	150	0.12	0.06	0.12
Tubería p43	97.54	50	150	0.05	0.02	0.02
Tubería p44	55.67	75	150	0.15	0.03	0.03
Tubería p45	27.58	75	150	0.66	0.15	0.39
Tubería p46	55.17	50	150	0.03	0.02	0.01
Tubería p47	42.87	75	150	0.57	0.13	0.3
Tubería p48	54.84	50	150	0.03	0.02	0.01

Resultado de las tuberías con el consumo máximo diario						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería p49	69.03	75	150	0.45	0.1	0.19
Tubería p50	85.42	75	150	-0.07	0.02	0.01
Tubería p51	42.96	50	150	0.05	0.02	0.02
Tubería p52	24.76	50	150	-0.01	0.01	0
Tubería p53	99.8	75	150	0.33	0.07	0.11
Tubería p54	88.74	50	150	0.24	0.12	0.43
Tubería p55	92.32	50	150	0.15	0.08	0.18
Tubería p56	61.63	50	150	0.03	0.02	0.01
Tubería p57	42.11	50	150	0.01	0.01	0
Tubería p59	50.23	50	150	0.23	0.11	0.38
Tubería p60	81.72	50	150	0.05	0.02	0.02
Tubería 3	109.82	100	150	-4.01	0.51	2.69
Bomba 1	No Disponible	No Disponible	No Disponible	5.53	0	-108.9
Válvula 2	No Disponible	75	No Disponible	2.35	0.53	35.89

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software EPANET.

En la tabla No. 53, se encuentra un caudal máximo de 3.93 lps ubicado en la conexión del nodo 1 al nodo 2 siendo esta la tubería 2, esto es debido a que es la primera conexión que sale en el sistema y con una velocidad máxima de 0.58 m/s ubicada en la tubería 18 igual que en la tabla No. 52. Debido a que en esta conexión hay una reducción de la tubería.

c. Resultados de las tuberías con el consumo máximo horario

Tabla No.53. Resultados de las tuberías con el consumo máximo horario.

Resultado de las tuberías con el consumo máximo horario						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería p2	47.85	100	150	6.55	0.83	6.68
Tubería p3	81.34	100	150	6.45	0.82	6.49
Tubería p4	105.7	100	150	6.3	0.8	6.21
Tubería p5	79.13	100	150	6.15	0.78	5.94

Resultado de las tuberías con el consumo máximo horario						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería p6	114.2	50	150	1.05	0.53	6.58
Tubería p7	36.51	100	150	4.93	0.63	3.94
Tubería p8	66.59	50	150	0.9	0.46	4.95
Tubería p9	169.1	50	150	0.7	0.36	3.11
Tubería p10	42.77	50	150	0.3	0.15	0.65
Tubería p11	39.39	50	150	0.23	0.11	0.38
Tubería p12	27.09	50	150	0.17	0.09	0.24
Tubería p13	66.19	50	150	0.1	0.05	0.08
Tubería p14	31.37	50	150	0.03	0.01	0.01
Tubería p15	97.77	100	150	4.8	0.61	3.75
Tubería p16	105.1	100	150	4.63	0.59	3.5
Tubería p17	106.3	100	150	4.45	0.57	3.26
Tubería p18	105.2	75	150	4.28	0.97	12.3
Tubería p19	94.83	75	150	4.1	0.93	11.85
Tubería p20	110.9	75	150	3.93	0.89	10.5
Tubería p21	37.02	75	150	2.12	0.48	3.34
Tubería p22	22.41	75	150	1.1	0.25	0.99
Tubería p23	94.79	75	150	0.89	0.2	0.68
Tubería p24	94.75	75	150	1	0.23	0.83
Tubería p25	20.04	75	150	-0.01	0	0
Tubería p26	35.44	75	150	-1.12	0.25	1.04
Tubería p27	90.83	75	150	1.61	0.36	2.01
Tubería p28	38.01	75	150	0.38	0.09	0.14
Tubería p29	74.38	75	150	0.86	0.19	0.63
Tubería p30	99.64	75	150	0.5	0.11	0.23
Tubería p31	103	50	150	0.33	0.17	0.75
Tubería p32	53.9	50	15	0.2	0.1	21.71
Tubería p33	87.45	50	150	0.08	0.04	0.05
Tubería p34	40.6	75	150	1.04	0.24	0.9
Tubería p35	99.38	75	150	0.34	0.08	0.11
Tubería p36	38.84	75	150	0.18	0.04	0.03
Tubería p37	89.97	50	150	0.08	0.04	0.05
Tubería p38	38.82	75	150	0.55	0.12	0.28
Tubería p39	103.6	75	150	0.13	0.03	0.02
Tubería p40	21.15	75	150	0.25	0.06	0.06
Tubería p41	18.17	50	150	0.03	0.01	0
Tubería p42	44.55	50	150	0.2	0.1	0.31
Tubería p43	97.54	50	150	0.08	0.04	0.05

Resultado de las tuberías con el consumo máximo horario						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería p44	55.67	75	150	0.25	0.06	0.06
Tubería p45	27.58	75	150	1.1	0.25	1
Tubería p46	55.17	50	150	0.05	0.03	0.02
Tubería p47	42.87	75	150	0.95	0.22	0.76
Tubería p48	54.84	50	150	0.05	0.03	0.02
Tubería p49	69.03	75	150	0.75	0.17	0.49
Tubería p50	85.42	75	150	-0.12	0.03	0.02
Tubería p51	42.96	50	150	0.08	0.04	0.05
Tubería p52	24.76	50	150	-0.03	0.01	0.01
Tubería p53	99.8	75	150	0.55	0.12	0.28
Tubería p54	88.74	50	150	0.4	0.2	1.1
Tubería p55	92.32	50	150	0.25	0.13	0.46
Tubería p56	61.63	50	150	0.05	0.03	0.02
Tubería p57	42.11	50	150	0.03	0.01	0.01
Tubería p59	50.23	50	150	0.38	0.19	0.98
Tubería p60	81.72	50	150	0.08	0.04	0.05
Tubería 3	109.82	100	150	-6.67	0.85	6.92
Bomba 1	No Disponible	No Disponible	No Disponible	5.53	0	-108.9
Válvula 2	No Disponible	75	No Disponible	3.93	0.89	31.99

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software EPANET.

En los resultados de las tuberías con la dotación máxima horaria se encuentran los resultados del caudal máximo ubicado en la tubería 2 con 6.55 lps y una velocidad máxima de 0.97 en la tubería 18.

d. Resultados de las tuberías sin consumo

Tabla No.54. Resultados de las tuberías sin consumo.

Resultado de las tuberías sin consumo						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería p2	47.85	100	150	0	0	0

Resultado de las tuberías sin consumo						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería p3	81.34	100	150	0	0	0
Tubería p4	105.7	100	150	0	0	0
Tubería p5	79.13	100	150	0	0	0
Tubería p6	114.2	50	150	0	0	0
Tubería p7	36.51	100	150	0	0	0
Tubería p8	66.59	50	150	0	0	0
Tubería p9	169.1	50	150	0	0	0
Tubería p10	42.77	50	150	0	0	0
Tubería p11	39.39	50	150	0	0	0
Tubería p12	27.09	50	150	0	0	0
Tubería p13	66.19	50	150	0	0	0
Tubería p14	31.37	50	150	0	0	0
Tubería p15	97.77	100	150	0	0	0
Tubería p16	105.1	100	150	0	0	0
Tubería p17	106.3	100	150	0	0	0
Tubería p18	105.2	75	150	0	0	0
Tubería p19	94.83	75	150	0	0	0
Tubería p20	110.9	75	150	0	0	0
Tubería p21	37.02	75	150	0	0	0
Tubería p22	22.41	75	150	0	0	0
Tubería p23	94.79	75	150	0	0	0
Tubería p24	94.75	75	150	0	0	0
Tubería p25	20.04	75	150	0	0	0
Tubería p26	35.44	75	150	0	0	0
Tubería p27	90.83	75	150	0	0	0
Tubería p28	38.01	75	150	0	0	0
Tubería p29	74.38	75	150	0	0	0
Tubería p30	99.64	75	150	0	0	0
Tubería p31	103	50	150	0	0	0
Tubería p32	53.9	50	15	0	0	0
Tubería p33	87.45	50	150	0	0	0
Tubería p34	40.6	75	150	0	0	0
Tubería p35	99.38	75	150	0	0	0
Tubería p36	38.84	75	150	0	0	0
Tubería p37	89.97	50	150	0	0	0
Tubería p38	38.82	75	150	0	0	0
Tubería p39	103.6	75	150	0	0	0

Resultado de las tuberías sin consumo						
ID Línea	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.
	m	mm		LPS	m/s	m/km
Tubería p40	21.15	75	150	0	0	0
Tubería p41	18.17	50	150	0	0	0
Tubería p42	44.55	50	150	0	0	0
Tubería p43	97.54	50	150	0	0	0
Tubería p44	55.67	75	150	0	0	0
Tubería p45	27.58	75	150	0	0	0
Tubería p46	55.17	50	150	0	0	0
Tubería p47	42.87	75	150	0	0	0
Tubería p48	54.84	50	150	0	0	0
Tubería p49	69.03	75	150	0	0	0
Tubería p50	85.42	75	150	0	0	0
Tubería p51	42.96	50	150	0	0	0
Tubería p52	24.76	50	150	0	0	0
Tubería p53	99.8	75	150	0	0	0
Tubería p54	88.74	50	150	0	0	0
Tubería p55	92.32	50	150	0	0	0
Tubería p56	61.63	50	150	0	0	0
Tubería p57	42.11	50	150	0	0	0
Tubería p59	50.23	50	150	0	0	0
Tubería p60	81.72	50	150	0	0	0
Tubería 3	109.82	100	150	0	0	0
Bomba 1	No Disponible	No Disponible	No Disponible	5.53	0	-108.9
Válvula 2	No Disponible	75	No Disponible	0	0	38.36

Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software EPANET.

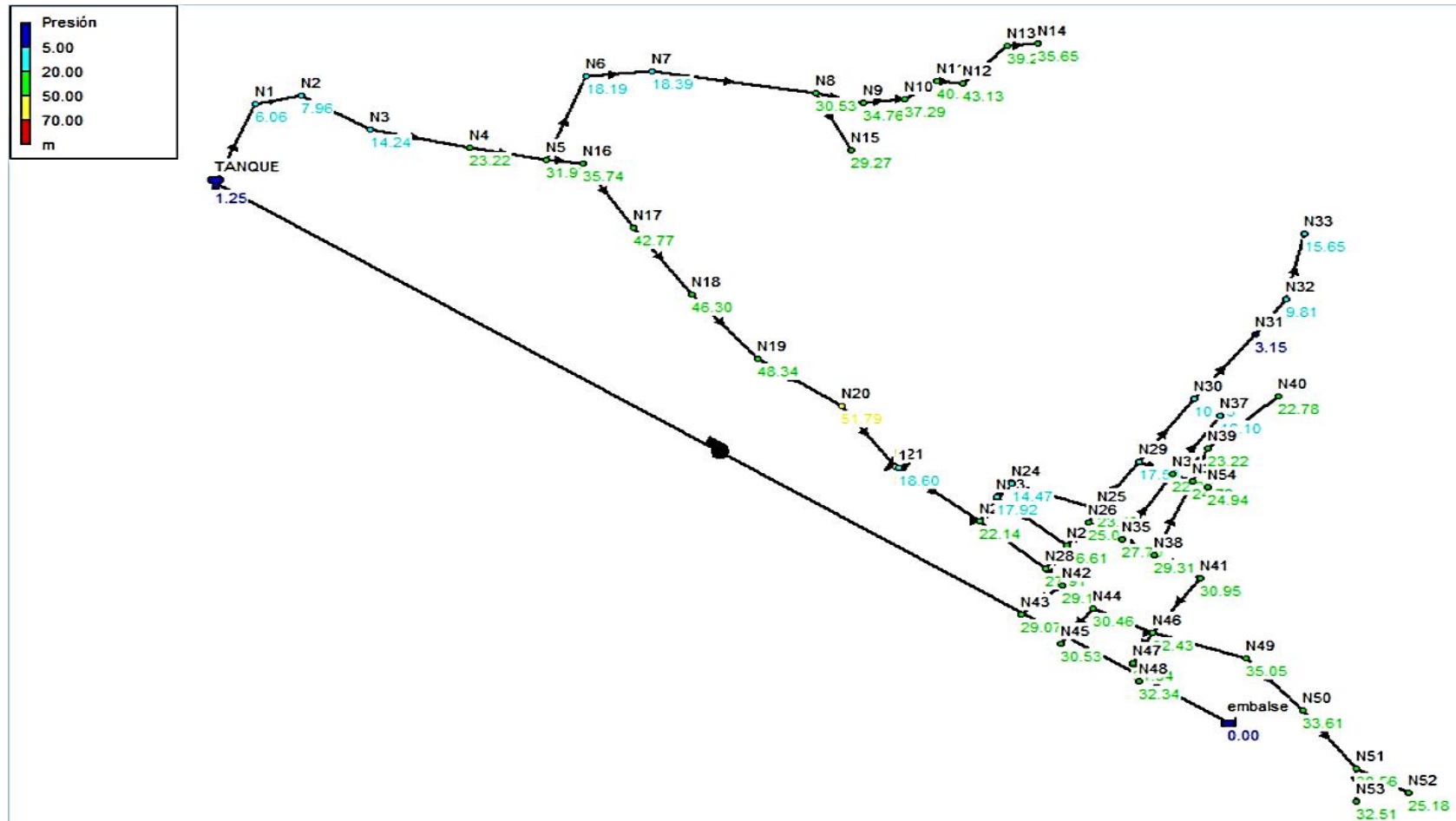
En el sistema de la red de distribución se tiene que las tuberías que lo conforman son de 4 pulgadas con 2013 m, 3 pulgadas con 1641 m y 2 pulgadas con 1645.76 m.

4.3.5.5. Diagrama de la red de distribución de agua potable

Con el software EPANET se generaron gráficos de la red de distribución de agua potable, donde, se valoró el diseño de las presiones y los diámetros para el buen funcionamiento de los datos ingresados en el plano, estos resultados fueron calculados para los siguientes consumos:

a. Diagrama con el consumo total

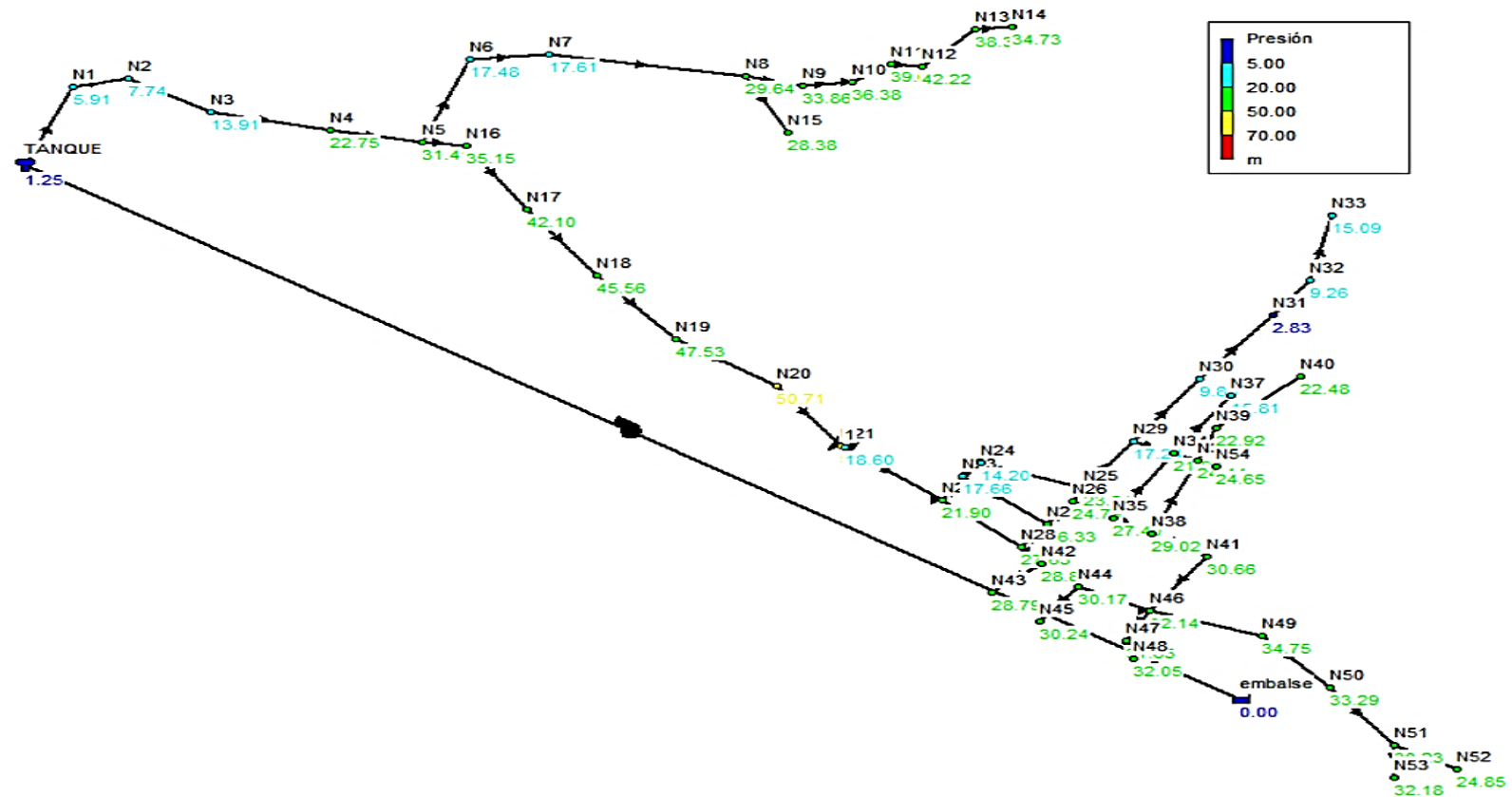
Figura No. 3. Diagrama de red con el consumo total (Presiones).



Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software Epanet.

b. Diagrama con el consumo máximo diario

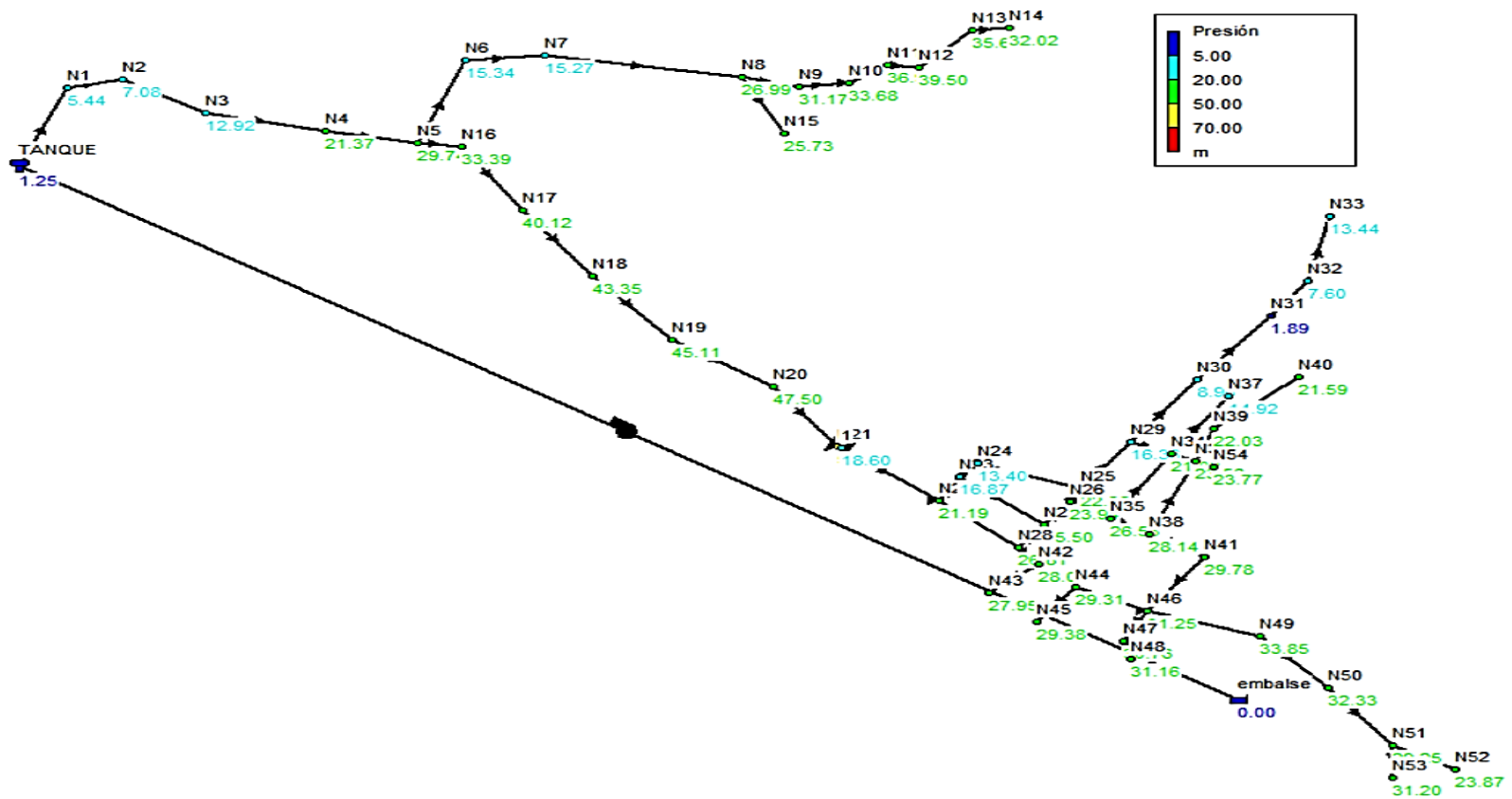
Figura No. 4. Diagrama de red con el consumo máximo diario (Presiones).



Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software Epanet.

c. Diagrama con el consumo máximo horario

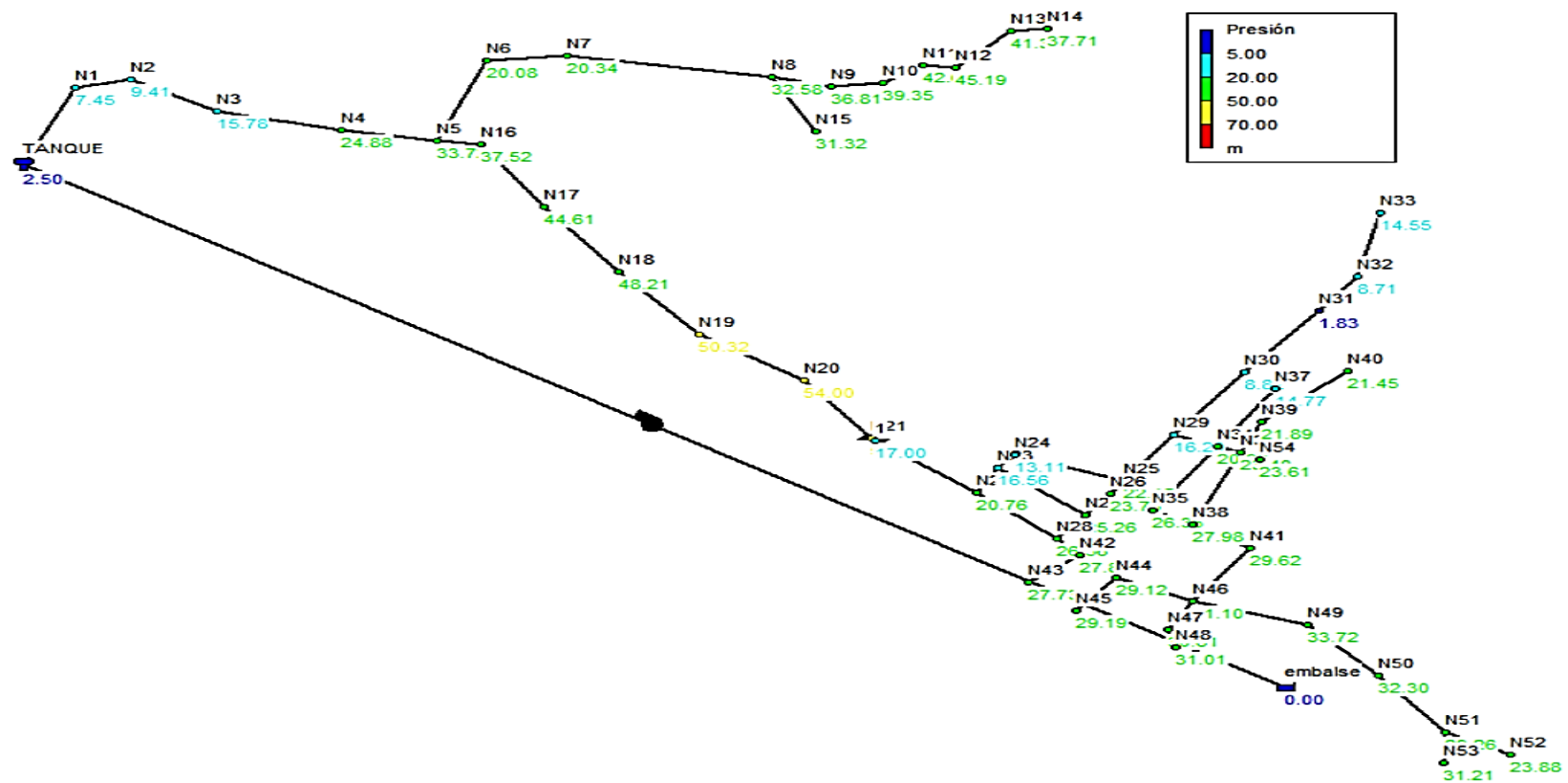
Figura No. 5. Diagrama de red con el consumo máximo horario (Presiones).



Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software Epanet.

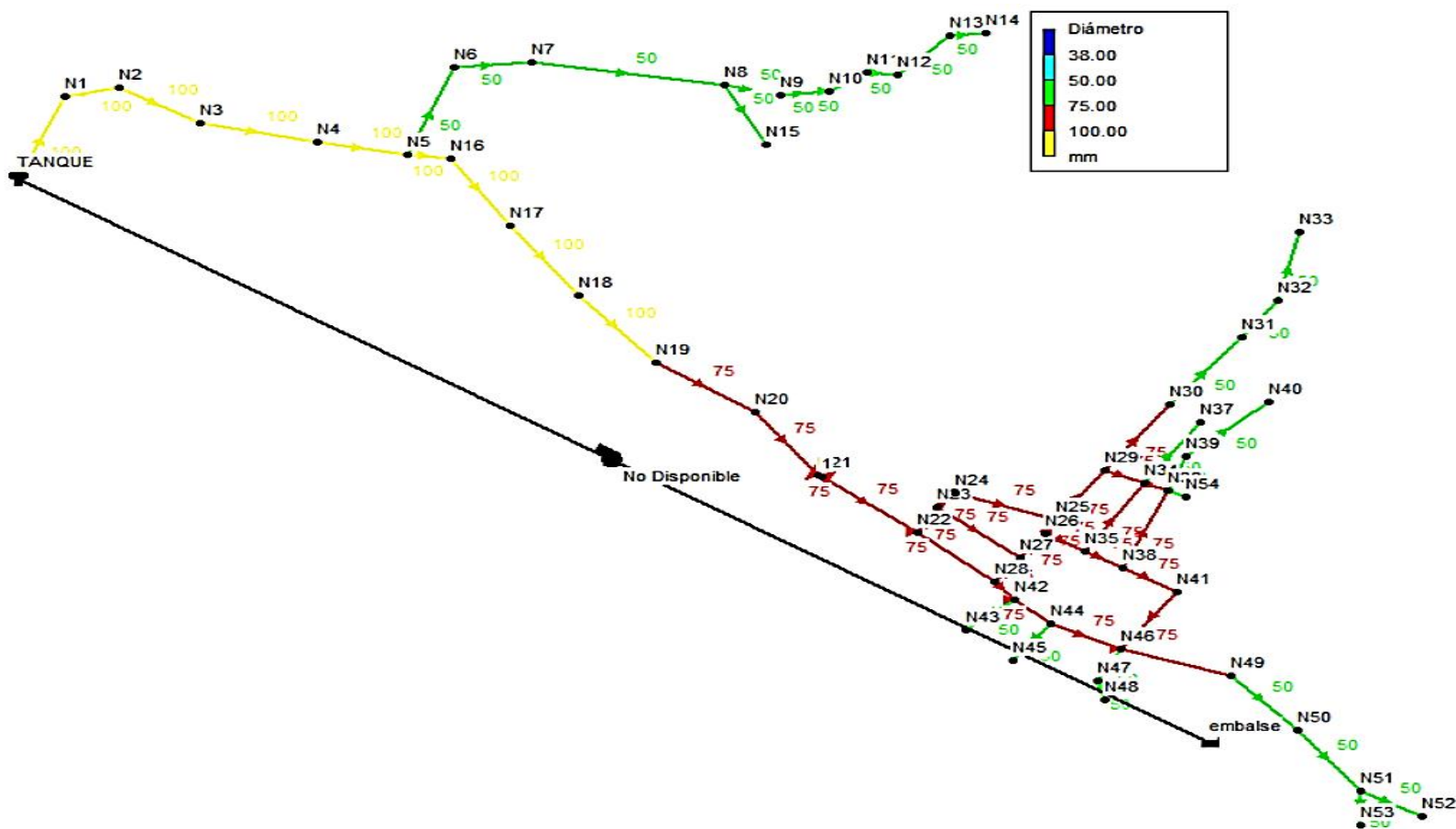
d. Diagrama sin consumo

Figura No. 6. Diagrama de red sin consumo.



Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software Epanet.

Figura No. 7. Diagrama de red con los diámetros para todos los consumos.



Fuente: Elaboración propia con el uso aplicado del software Epanet.

En el diagrama de red se observan los diferentes niveles de presiones de acuerdo al consumo total, consumo máximo diario y consumo máximo horario, además se valoró una simulación sin consumo. Estas simulaciones tienen funciones diferentes para determinar las presiones máximas en distintas horas de uso diario y cuando no hay consumo de la comarca.

Este sistema de la red de tuberías tiene una medida de 4 pulgadas que están representadas en color amarillo, de 3 pulgadas en color rojo y de color verde tienen una medida de 2 pulgadas; estos diámetros influyen en las presiones y las pérdidas del sistema.

4.3.5.6. Diseño del sistema de la red de distribución de agua potable

Posteriormente de los cálculos, se realizó el diseño del sistema de la red de distribución de agua potable con el uso aplicado del software AutoCAD, donde se definen las conexiones de las tuberías, los bloques de reacción, elevaciones entre otros detalles que son necesarios para un trabajo óptimo (válvulas, medidores y accesorios).

Los planos están presentes en los anexos número 7.

4.4. Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario con la planta de saneamiento de agua residual

Para la realización del objetivo que aborda el tema sobre el diseño del sistema de alcantarillado sanitario con la planta de saneamiento de agua residual en la comarca del Regadío, se realizó un estudio socio-económico y un diagnóstico del sistema de agua potable, el cual permitió brindar información con perspectivas del planteamiento de diseño y viabilidad.

Sin embargo, los aspectos valorados en las encuestas realizadas demuestran que la comarca por sus características socio- económicas y de las fuentes hídricas con que se cuenta en la zona no es apta para la elaboración de este sistema. Esto obedece a que el caudal proporcionado de la fuente no es suficiente en consideración a la cantidad de habitantes para realizar el alcantarillado de la comarca, donde el caudal solamente permitiría para una conexión domiciliar por vivienda; también se toma en cuenta que el 47% de los hogares tienen un ingreso económico menores a cinco mil córdobas y solo un miembro de la familia trabaja, por lo tanto, esto no cumpliría con la elaboración y el costo necesario del mantenimiento para el buen funcionamiento del sistema a largo plazo. (Resultado obtenido de la Tabla No.13. Promedio de ingresos en el hogar).

Las letrinas representan una solución fácil para las necesidades de saneamiento; desde el punto de vista económico, constituyen una opción viable, obteniéndose sistemas completos por una fracción del precio de un alcantarillado convencional.

En resumen, para llevar a cabo el cuarto objetivo planteado, se abarcaron los dos aspectos más importantes como es: la demanda necesaria de agua potable a la población que a su vez no cumple, por consiguiente, tampoco cumpliría para el sistema de alcantarillado y el segundo aspecto es el ingreso económico que no es suficiente para costear el buen mantenimiento y funcionamiento del sistema de alcantarillado y la planta de saneamiento.

Por lo tanto, se propone una opción más económica como es la propuesta de un nuevo sistema de letrinas y saneamiento, o ya sea el mejoramiento actual de sus servicios sanitarios donde el 87.9% de la población ya cuenta con este sistema de letrinas la cual contribuirá a la mejora de la calidad de vida de sus habitantes. (Resultado obtenido de la Tabla No.26. Evacuación de heces fecales).

4.4.1. Diseño de letrina y saneamiento

Existen dos tipos de letrinas como los son: seco y húmedo. En esta propuesta se tomó el tipo de letrina seco debido a que incurre a menos gastos económicos, fácil de construir y a su vez minimiza la presencia de olores, insectos y roedores.

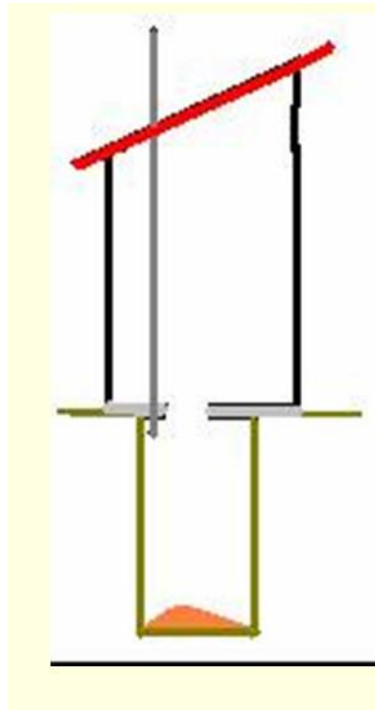
4.4.1.1. Letrina de foso seco Ventilado

Esta se diferencia de la letrina convencional o tradicional simple, por disponer de un tubo vertical de ventilación. Esta letrina tiene las partes básicas siguientes: el foso, losa, brocal, asiento y tapa, terraplén, caseta y ducto o tubo de ventilación.

El tubo ventilador generalmente es de un diámetro de 2 pulgadas de PVC, en su extremo superior dispone de una malla o cedazo fino para evitar el ingreso de las moscas u otros insectos, dicho tubo debe sobresalir 50 cm del nivel del techo de la caseta y colocarse en forma tal que los rayos solares lo calienten directamente.

La circulación del aire elimina los olores resultantes de la descomposición de excretas en el foso y permite que los gases escapen a la atmósfera. (MDGIF, 2018)

Figura No. 8. Letrina de foso seco ventilado.



Fuente: Tomada de sitio web MDGIF(2018).

4.4.1.2. Dimensiones de la letrina de foso seco ventilado

Según las normas jurídicas de Nicaragua (2001), existen recomendaciones para el diseño de la estructura de una letrina, como se muestra a continuación en las siguientes tablas:

Tabla No.55. Fosa de la letrina.

Profundidad mínima	2	m
Profundidad a utilizar	2.5	m

Fuente: Normas jurídicas de Nicaragua (2001).

En la tabla No. 55., Se muestra la profundidad propuesta para el diseño de la letrina con una profundidad de 2.5 metros, esta profundidad es mayor a la establecida en Normas jurídicas de Nicaragua (2001).

Tabla No.56. Dimensiones de la letrina.

Lado A	1.1	m
Lado B	1.1	m
Área del hoyo	1.21	m ²

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se toma en cuenta una altura mínima para la elaboración del brocal, donde se subirá 0.50 m del nivel del terreno natural.

Tabla No.57. Brocal de la letrina.

Altura del brocal	0.5	m
--------------------------	-----	---

Fuente: Normas jurídicas de Nicaragua (2001).

Tabla No.58. Caseta de la letrina.

Altura frontal	2.1	m
Altura posterior	1.9	m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No.59. Cubierta de techo de la letrina.

Pendiente	10.0	%
Traslape	0.2	m
Longitud total del techo	2.4	m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No.60. Tubo de ventilación de la letrina.

Diámetro propuesto	2	in
Parte exterior	0.5	m
Tubo de la caseta	2.1	m
Tubo del hoyo	0.57	m
Tubería real	3.17	m

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos obtenidos, se puede lograr un buen diseño de los planos, costo y presupuesto de una letrina de foso seco ventilado.

4.4.1.3. Diseño de la letrina de foso seco ventilado

Se calculó el periodo de vida útil de la letrina de foso seco ventilado para una vivienda de 3 a 5 habitantes como resultado promedio por familia, donde se calcula el volumen anual por persona y por familia entre el volumen de la fosa de la letrina como se muestra a continuación:

Tabla No.61. Periodo de diseño de la letrina de foso seco ventilado.

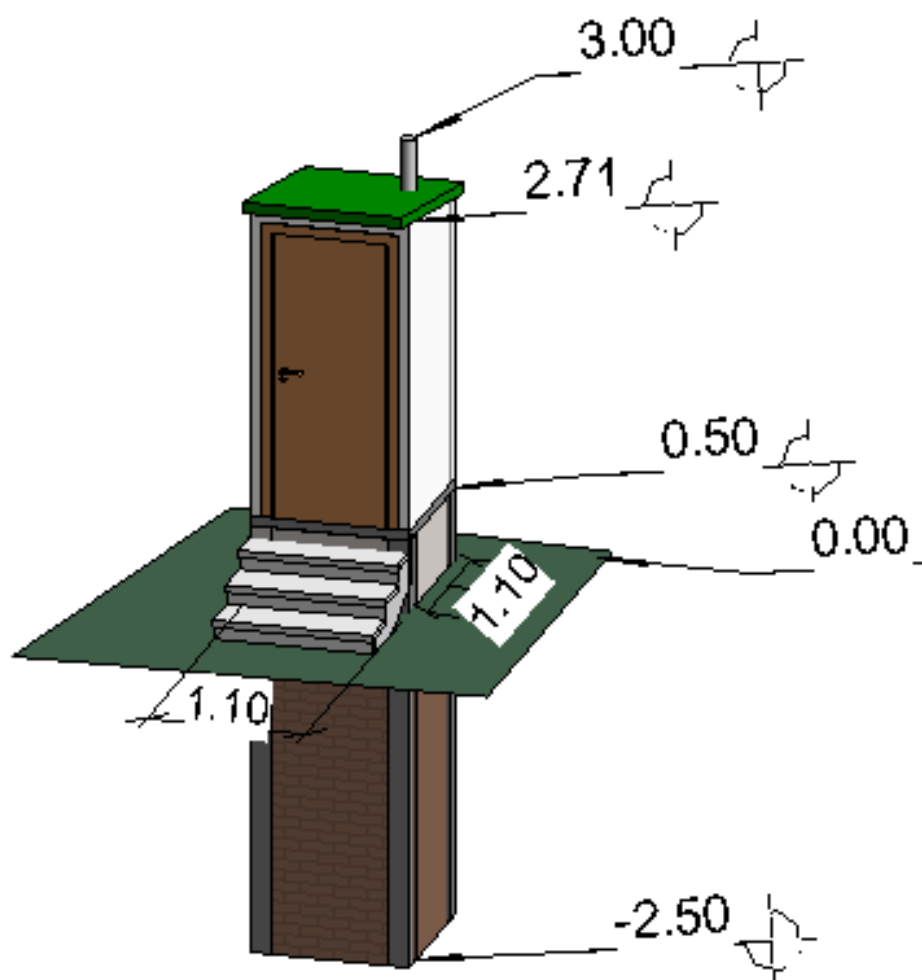
Periodo de diseño		
Volumen de la fosa	3.025	m ³
Volumen de 1 per/año	0.06	m ³
Volumen para una familia de 5 personas al año	0.3	m ³
Periodo de diseño	10	años

Fuente: Normas juridicas de Nicaragua (2001).

Se tomaron en cuenta las dimensiones y materiales propuestos como son el ladrillo para la fosa y el brocal, un llenado de concreto para la losa, muros con

estructura metálica con espesor de 2", zinc corrugado calibre 26 y un tubo de ventilación de PVC con un diámetro de 2" como se muestra en el siguiente render:

Figura No. 9. Propuesta de letrina de foso seco ventilado.



Fuente: Elaboracion propia en el software Revit.

Figura No. 10. Propuesta de letrina de foso seco ventilado.



Fuente: Elaboracion propia en el software Revit.

Los planos y detalles de la letrina de foso seco ventilado están presentes en los anexos número 7.

4.5. Costo y presupuesto

4.5.1. Costo y presupuesto del sistema de red de abastecimiento de agua

En la siguiente tabla No.62 detalla el costo - presupuesto y algunas actividades necesarias para la propuesta del diseño de sistema de red de abastecimiento de agua potable. El diseño abarca los alcances del pozo y bomba con caseta de mampostería y malla ciclón alrededor del mismo. A su vez cuenta con su sistema eléctrico, además de la red de impulsión del pozo al tanque y, la red de distribución del tanque a los ramales con sus bloques de reacción en cada nodo. También, se detalló la ampliación del tanque con el volumen necesario de diseño.

Tabla No.62. Costo y presupuesto de la red de distribución de agua potable de la comarca el Regadío.

Costo y presupuesto del sistema de red distribución de agua potable								
Item	Descripción de la etapa y sub etapa	Cantidad	U/m	Materiales	Mano de obra	Transporte y equipo	Costo unitario	Costo total
010	Preliminares							C\$ 53,034.69
01	Trazo de eje de tubería de agua potable (incl. Estacas de madera) (no incluye equipo de topografía)	5303	m	2	7	1	10.00	53,034.69
020	Cerco en áreas del pozo							C\$ 199,528.00
01	Excavación manual en terreno material mixto (arcillas, limos y bolones) 0.8X0.8X0.20 M	13	m³		300	5	305.00	3,904.00
02	Relleno y compactación (con vibro compactadora manual)	13	m³	100	300	5	405.00	5,184.00
03	Zapata de concreto de 3000psi de 0.6m x 0.6m, alto=0.20m, ref. 5#3 @0.125m en a/d, incl. F (no incluye excavación)	20	c/u	380	1000	10	1,390.00	27,800.00
04	Pared de piedra cantera de 0.15m x	48	m²	2000	300		2,300.00	110,400.00

Costo y presupuesto del sistema de red distribución de agua potable								
Item	Descripción de la etapa y sub etapa	Cantidad	U/m	Materiales	Mano de obra	Transporte y equipo	Costo unitario	Costo total
	0.40m x 0.60m sin sisar con altura 1.5							
05	Cerco de malla ciclón cal. #13 1/2, alto=8', arbotante de tubo de ho.go 1 1/2", 4 v hiladas de alambre p	32	ml	700	650	20	1,370.00	43,840.00
06	Repello arenillado	40	m²	140	70		210.00	8,400.00
030	Casetas							C\$ 120,000.00
01	Caseta de mampostería confinada a=3.30m x 2.30m más cubierta techo zinc, para operador y controles eléctricos	1	c/u	84000	30000	6000	120,000.00	120,000.00
040	Equipo de bombeo							C\$ 460,928.90
01	Perforación para el sistema de bombeo con perforadora, para colocar un tubo de 4" de diámetro con encamisado	113	ft		1000	300	1,300.00	146,640.00
02	Equipo de bombeo c/ motor sumergible de 15 HP, Q=90 gpm, CTD, 400 ft, 3 / 60 / 230 v.	1	c/u	4000	7000	200	11,200.00	11,200.00
03	Cable sumergible 3x#8	380	pie	160	16	2	178.00	67,640.00
04	Arrancador magnético con sus protecciones para equipo de bombeo de 15 hp 3/60/230v	1	unidad	3200	450		3,650.00	3,650.00
05	Guardanivel 230v	1	unidad	800	150	50	1,000.00	1,000.00
06	Sensores de acero inoxidable para guardanivel	2	unidad	800	150	50	1,000.00	2,000.00
07	Tubo Ho.Go de 3" (columna de succión) SCH 40	34	m	6500	150	5	6,655.00	228,798.90
050	Sarta de bomba							C\$ 65,000.00
01	Sarta de tubería de hierro fundido diámetro=4" (incluye válvulas de hierro de 4" y columna de tubo de hierro galvanizado de 4" con sus camisas) para equipo de bomba	1	c/u	50000	12000	3000	65,000.00	65,000.00

Costo y presupuesto del sistema de red distribución de agua potable								
Item	Descripción de la etapa y sub etapa	Cantidad	U/m	Materiales	Mano de obra	Transporte y equipo	Costo unitario	Costo total
060	Línea de impulsión							C\$ 110,547.05
01	Tubería de PVC, diámetro=4" (sdr-17) (no incluye excavación)	1244	ml	80	5	2	87.00	108,247.05
02	Válvula de ventosa cinética 4"	1	c/u	1500	500	100	2,100.00	2,100.00
03	Protección de válvula con tubo PVC de 6" sdr 41 con adaptador PVC macho de 6" y tapón con rosca de 6"	1	c/u	120	70	10	200.00	200.00
070	Pruebas hidro estáticas (con bomba manual) en tubería diámetro 4"							C\$ 3,700.00
01	Pruebas hidro estáticas (con bomba manual) en tubería diámetro 4"	2	c/u	1000	600	250	1,850.00	3,700.00
080	Tanque de almacenamiento							C\$ 95,043.19
01	Corte y excavación	12	m³		60	5	65.00	754.00
02	Mejoramiento del sub suelo con material selecto	10	m³	100	15	5	120.00	1,178.88
03	Acero de la estructura #3 y # 2 con alambre de amarre	1232	Lbs	14	3	2	19.00	23,411.36
04	Acero de malla electro soldada	60	m²	120	20	5	145.00	8,700.00
05	Formaleta	68	m²	100	40	5	145.00	9,848.40
06	Concreto de la estructura para 3000 psi	9	m³	3600	800	100	4,500.00	41,179.05
07	Mampostería	36	m²	120	150	5	275.00	9,971.50
090	Red de distribución							C\$ 1,224,063.14
01	Excavación de la red de distribución de agua potable (1.20m profundidad x 0.80m)	6682	m³		60	5	65.00	434,354.12
02	Material granular para la base de la tubería	2068	m³	100	15	5	120.00	248,202.35
03	Material selecto para la parte superior de la tubería	2068	m³	100	15	5	120.00	248,202.35
04	Tubería de PVC diámetro=4" (sdr-	770	ml	80	5	2	87.00	66,948.24

Costo y presupuesto del sistema de red distribución de agua potable								
Item	Descripción de la etapa y sub etapa	Cantidad	U/m	Materiales	Mano de obra	Transporte y equipo	Costo unitario	Costo total
	17) (no incluye excavación)							
05	Tubería de PVC diámetro=3" (sdr-17) (no incluye excavación)	1641	ml	60	5	2	67.00	109,947.00
06	Tubería de PVC diámetro=2" (sdr-17) (no incluye excavación)	1646	ml	55	5	2	62.00	102,037.12
07	Bloques de reacción con concreto de 3000 psi con todos sus accesorios	1	m³	3600	800	100	4,500.00	3,271.95
08	Pruebas hidro estáticas (con bomba manual) en tubería diámetro 4" y 3"	6	c/u	1000	600	250	1,850.00	11,100.00
100	Clorador cti-8							C\$ 22,000.00
01	Clorador cti-8	1	c/u	20000	1500	500.00	22,000.00	22,000.00
110	Sistema eléctrico de la caseta							C\$ 338,485.00
01	Cable triplex acsr #1/0	200	ml	250	20.00	10	280.00	56,000.00
02	Poste troncocónico de concreto pretensado, alto=35' (10.67m) (no incluye estructura eléctrica)	3	c/u	20000	8,000.00	2000	30,000.00	90,000.00
03	Transformador de 10 kva, 14.4/24.9 kv, 240/480 v, (no incluye estructura)	2	c/u	20000	5,000.00	100	25,100.00	50,200.00
04	Transformador de 15 kva, 14.4/24.9 kv, 240/480 v, (no incluye estructura)	2	c/u	22000	5,000.00	100	27,100.00	54,200.00
05	Estructura eléctrica mt-701/c: montaje bifásico con ángulo 0° a 5° (no incluye poste de concreto)	3	c/u	5000	500.00	100	5,600.00	16,800.00
06	Estructura eléctrica ha-106/c: anclaje vertical (retenida a compresión)	3	c/u	6000	300.00	50	6,350.00	19,050.00
07	Estructura eléctrica ha-100 b/c estruct. Retención: viento sencillo 14.4/24.9 kv	3	c/u	3800	200.00	50	4,050.00	12,150.00
08	Estructura eléctrica pr-101 c tierra 14.4/24.9 kv (media tensión)	3	c/u	1500	200.00	50	1,750.00	5,250.00

Costo y presupuesto del sistema de red distribución de agua potable								
Item	Descripción de la etapa y sub etapa	Cantidad	U/m	Materiales	Mano de obra	Transporte y equipo	Costo unitario	Costo total
09	Estructura eléctrica pr-201/c: montaje en poste seccionador, fusible para rayo (protección de trans.)	3	c/u	8000	500.00	50	8,550.00	25,650.00
10	Concreto de 3000psi (con mezcladora)	2	m³	3600	800.00	100	4,500.00	9,000.00
11	Excavación manual en terreno material mixto (arcillas, limos y bolones)	1	m³		60.00	5	65.00	65.00
12	Relleno y compactación (con vibro compactadora manual)	1	m³	100	15.00	5	120.00	120.00
A	SUB TOTAL							C\$ 2,692,329.97
B	COSTOS INDIRECTOS (2%A)							C\$ 53,846.60
C	ADMINISTRACION 2%(A+B)							C\$ 54,923.53
D	UTILIDADES 3%(A+B+C)							C\$ 84,033.00
E	SUB TOTAL (A+B+C+D)							C\$ 2,885,133.11
F	IVA (15%E)							C\$ 432,769.97
G	COSTO TOTAL (E+F)							C\$ 3,317,903.07
COSTO TOTAL EN DOLARES TIPO DE CAMBIO OFICIAL (1 DÓLAR = 32.31 CORDOBAS)								\$ 102,689.66

Fuente: Elaboracion propia.

4.5.2. Costo y presupuesto de una letrina de foso seco ventilado

En base a los planos elaborado en el diseño de letrina se realizó un take off el cual consistió en obtener las cantidades necesarias para la propuesta de construcción de una letrina de foso seco ventilado; este costo y presupuesto abarca actividades que están incluidas en el catálogo de etapas y sub etapas del FISE, además, actividades que están propuestas acordes al diseño.

Tabla No.63. Costo y presupuesto de la propuesta de letrina.

Costo y presupuesto para una letrina de foso seco ventilado								
Item	Descripción de la etapa y sub etapa	Cantidad	U/ m	Materi ales	Mano de obra	Transpo rte y equipo	Costo unitario	Costo total
010	Limpieza inicial							C\$ 1,006.20
01	Excavación de la fosa	4.68	m³		50	5	55	257.40
02	Desalojo de material de excavación	4.68	m³		10	150	160	748.80
020	Mampostería							C\$ 1,917.60
010	Mampostería de la fosa y del brocal	7.52	m²	200	50	5	255	1917.6
030	Formaleta							C\$ 336.00
010	Formaleta para vigas y columnas	1.92	m²	150	15	10	175	336
040	Acero estructural							C\$ 5,775.34
010	Acero principal #3 para vigas y columnas	109.54	lbs	15	11	5	31	3395.71
020	Acero de refuerzo #2 para elaboración de estribos	65.58	lbs	15	11	5	31	2032.91
025	Alambre de amarre	10.51	lbs	31	1	1	33	346.73
050	Estructura de concreto							C\$ 3,058.70
010	Concreto estructural para vigas y columnas de 3000 PSI	0.34	m³	3900	500	100	4500	1536.975
020	Concreto ciclópeo para gradas	0.37		2000	500	100	2600	954.72
030	Fundir concreto	0.709			800		800	567
060	Banco de policarbonato							C\$ 2,500.00
010	Banco de la letrina de fibra de vidrio	1	gb	2200	200	100	2500	2500
070	Caseta de estructura metálica							C\$ 4,000.00
010	Caceta de estructura metálica con forro de zinc liso calibre #26	1.00	gb	3700	200	100	4000	4000.00
080	Cubierta de techo							C\$ 1,362.02
010	Estructura metálica de la cubierta de techo con tubos cuadrados 2"x2"x1/16"	14.81	gb	30	14	4	48	710.78
020	Cubierta de zinc corrugado calibre #26	4.82	m²	110	20	5	135	651.23
090	Acabados							C\$ 1,832.40
010	Repello del brocal	3.4	m²	250	100	10	360	1224
020	Afinado de las gradas	1.69	m²	250	100	10	360	608.4
100	Puertas							C\$ 1,800.00

Costo y presupuesto para una letrina de foso seco ventilado								
Item	Descripción de la etapa y sub etapa	Cantidad	U/ m	Materi ales	Mano de obra	Transpo rte y equipo	Costo unitario	Costo total
010	Instalación de puerta de estructura metálica de 0.8x2 m con todos sus accesorios (Cerrojo, jaladera y bisagra)	1	gb	1500	300		1800	1800
110	Tubo de ventilación							C\$ 121.60
010	Instalación de tubo de PVC de 2" de diámetro para la ventilación de la letrina con su malla en la parte superior para evitar el acceso de insectos	3.20	ml	32	5	1	38	121.6
A	SUB TOTAL							C\$ 23,709.85
B	COSTOS INDIRECTOS (2%A)							C\$ 474.20
C	ADMINISTRACION 2%(A+B)							C\$ 483.68
D	UTILIDADES 3%(A+B+C)							C\$ 740.03
E	SUB TOTAL (A+B+C+D)							C\$ 25,407.76
F	IVA (15%E)							C\$ 3,811.16
G	COSTO TOTAL (E+F)							C\$ 29,218.93
COSTO TOTAL EN DOLARES TIPO DE CAMBIO OFICIAL (1 DÓLAR = 32.31 CORDOBAS)								\$ 904.33

Fuente: Elaboracion propia.

Para obtener el costo unitario por actividad se desglosó en el costo unitario de materiales, mano de obra, transporte y equipo. Este costo unitario se multiplicó por la cantidad que abarca cada actividad para obtener un costo total de la letrina diseñada.

A demás, se incluyeron otros costos en forma de porcentaje del sub total (Costos indirectos, administración, utilidades y/o IVA) como están indicados en el costo y presupuesto.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

Mediante las encuestas y el estudio socio-económico que se realizó en la comarca del Regadío, se determinó que la población cuenta con 342 viviendas. De este total se encuestaron 107 viviendas, las cuales se determinaron que solo reciben el servicio de agua durante una hora al día y en ocasiones no llega. Además, se identificó que el 48% de los hogares encuestados cuentan con un ingreso mensual menor a los 5000 córdobas por familia, este salario se mantiene en el salario mínimo según lo emitido por el Ministerio del Trabajo de Nicaragua y publicado por el El Nuevo Diario de Nicaragua (2018), el cual establece que el salario mínimo en el sector agropecuario es de 4176 córdobas al mes.

Se realizó el diagnóstico de la fuente de abasteciendo actual mediante un aforo en la fuente del Paraisito, se comprobó que este caudal no cumplió con la demanda de la población actual, por consiguiente, se propone el diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico y al evaluar la capacidad del tanque actual se determinó que es insuficiente para almacenar el agua por lo que se propone la elaboración de un nuevo tanque.

En la propuesta del rediseño del nuevo sistema de agua potable, se tomaron en cuenta todos los resultados obtenidos anteriormente para el cálculo de las tuberías y de los nodos y se proponen diámetros de 4,3 y 2 pulgadas. Los datos obtenidos en los cálculos fueron simulados en el software EPANET, obteniendo una simulación adecuada de acuerdo a los parámetros establecidos en la norma NTON 09 003-99. Posteriormente se realizaron los planos constructivos para el sistema de la red de distribución de agua potable.

En la etapa de alcantarillado se concluyó que el caudal no cumple con la demanda de la población actual, ni con el ingreso económico para mantener el servicio de

alcantarillado y saneamiento de agua residual, por lo tanto, se decidió elaborar una nueva propuesta como es la letrina de foso seco ventilado.

Se realizó el estimado del costo y presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable incluyendo la elaboración del nuevo tanque y el presupuesto de la propuesta de letrina de foso seco ventilado. Finalmente se determinó que ambos son económicamente viables tomando en cuenta el período de diseño y la capacidad económica de la comarca.

5.2. Recomendaciones

En la investigación se proponen las siguientes recomendaciones:

Dar un buen mantenimiento al sistema de abastecimiento de agua potable para garantizar la calidad del agua.

Orientar a las familias el uso adecuado del consumo y mantenimiento de agua potable para evitar enfermedades.

Mantener limpia las letrinas para evitar olores y enfermedades.

Capacitar a la comunidad para la formación del comité de agua potable (CAP) y en la operación y mantenimiento del sistema propuesta con el fin de que sea sostenible.

Promover la reforestación de la micro cuenca de la fuente de agua y su conservación para preservar el agua del sistema.

Bibliografía

INAA. (2001). ana.gob.ni. Recuperado el 26 de Octubre de 2017 (NTON 901-99).

Alcaldía municipal de Estelí 2018 departamento de obras municipales Arq. Wilfredo Rodríguez

INIDE. (Noviembre de 2007). Instituto nacional de información de desarrollo. Recuperado el 23 de Febrero de 2018 -Nic-2007.pdf

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. (1989). Normativas relativas al Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural. Managua.

webgrafía

MDGIF. (2018). Recuperado el 16 de Agosto de 2018, de <http://www1.paho.org/per/images/stories/PyP/PER37/29a.pdf?ua=1>

Meléndez Cruz, E. (Junio de 2008). tesis.ipn.mx. Recuperado el 26 de Octubre de 2017, de <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/83/Estacion%20total%20aplicada.pdf>

Ministerio de Construcción y Transporte. (1989). NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACION DEL AGUA. Managua: Gaceta de Nicaragua. Obtenido de http://www.bvsde.org.ni/Web_textos/INAA/0013/13%20Norma%20TecnicaDiseño%20Ay%20P.pdf

Ministerio de salud de Peru. (2010). Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de http://www.digesa.minsa.gob.pe/material_educativo/poblacion/recomendaciones_letrinas.pdf

MITRAB. (Noviembre de 2017). mitrab.gob.ni. Recuperado el 15 de Enero de 2018, de <http://www.mitrab.gob.ni/documentos/canasta-basica/canasta-basica-mayo-agosto-2017/CBNov2017.pdf>/vi Morales, N. (s.f.). Lifeder.com. Recuperado el 23 de Octubre de 2017, de <https://www.lifeder.com/estudio-socioeconomico/> Normas juridicas de Nicaragua. (8 de Marzo de 2001). Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de [http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/67A8A07340D3BC42062573020055FDCE?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/67A8A07340D3BC42062573020055FDCE?OpenDocument)

Obando Rivera, T. E., Mayorga Noguera, M. E., & Silva Zamora, E. U. (2012). monografías.com. Recuperado el 10 de Septiembre de 2017, de <http://www.monografias.com/trabajos91/disenio-y-evaluacion-proyectos-agua-potable/disenio-y-evaluacion-proyectos-agua-potable.shtml#ixzz4sKQu8TD2>

Anexos

I- Macro localización



Macro localización de la comarca del Regadío a 19 km. del departamento de Estelí.

II- Micro localización



Micro localización de la comarca del Regadío a 19 km. del departamento de Estelí.

III-Encuesta realizada en la comarca del Regadío



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Encuesta a realizar a los pobladores de la comarca del Regadío del departamento de Estelí.
Diseño de abastecimiento de agua potable y saneamiento de aguas residuales.

Fecha		Encuesta N°	
--------------	--	--------------------	--

I. Datos del encuestado

Sexo	M	F	Edad	
-------------	---	---	-------------	--

Cantidad de núcleos familiares		N° de personas en la vivienda	
---------------------------------------	--	--------------------------------------	--

Nivel de estudio	Primaria	Secundaria	Universidad	Ninguno
Trabaja	Si	No		

II. Datos familiares

2.1. Educación

De las personas de su hogar ¿cuántas estudian?

Primaria		Secundaria		Universidad		Técnico	
----------	--	------------	--	-------------	--	---------	--

2.2. Trabajo

De las personas del hogar ¿Cuántos trabajan?

El ingreso promedio mensual de las personas que trabajan del hogar es:

Menor a 5000 [] Mayor a 5000-10000 [] Mayor a 10000 []

Reciben seguro social: Si [] No []

III. Datos de la vivienda

La vivienda donde habita es:

Propia	De un familiar o amigo	Es rentada (precio de la renta)
---------------	------------------------	---------------------------------

3.1. Estructura de la vivienda

Techo		Zinc		Teja	concreto		Otros
Paredes	Bloque	Ladrillo	Piedra cantera		Adobe	Madera	Otros
Piso	Cerámica	Baldosa	Concreto	Tierra	Otros		

Cantidad de ambientes de la casa		Sala y porche	Cocina y comedor	Patio	Baños (cuantos)	
---	--	---------------	------------------	-------	-----------------	--

Servicios básicos mensuales ¿Cuánto?	Luz		Agua		Tv y Cable	
---	-----	--	------	--	------------	--

Canasta básica		Tren Aseo		Internet		Teléfono	
----------------	--	-----------	--	----------	--	----------	--

IV. Salud

¿A qué centro de salud asiste?	Al centro de salud de la comarca		Clínica privada	
Enfermedades más frecuentes	Gripe y toz	Presión	Estomacales	Otros
¿Como es la calidad del agua?	Bueno	Regular	Malo	

Con que frecuencia viene el agua	Menos de 1 hora	Más de 1 hora	Medio día	Permanente
	Más de 3 veces a la semana	Menos de 3 veces a la semana		

V. INFORMACION SOBRE EL ABASTECIMIENTO y ALMACENAMIENTO DEL AGUA

A.- ¿Cuál es la fuente de agua?

☐ Río ☐ Pileta pública ☐ Toma Pública ☐ Manantial ☐ Pozo ☐ Otro.....

B.- Distancia de la vivienda hasta la fuente de abastecimiento..... (Metros)

C.- ¿Cada cuánto tiempo compra o almacena el agua?

☐ A diario ☐ Día de por medio ☐ Semanal ☐ Otro:

D.- Cantidad de agua que compra o almacena:

E.- ¿En que almacena el agua?

☐ Bidón ☐ Balde ☐ Tanque ☐ Otro: ...

F.- ¿Quién acarrea el agua normalmente y cuánto se demora en hacerlo?

☐ UN ADULTO (tiempo en minutos):.... ☐ UN NIÑO (tiempo en minutos):....

G.- ¿El agua de esta fuente, es consumida directamente o antes pasa por algún tratamiento?

☐ La consume directamente ☐ La hierve ☐ Usa cloro ☐ Otro.....

H.- Con esta fuente, la cantidad de agua que dispone es:

☐ Suficiente ☐ Insuficiente

I.- El recipiente en el que almacena el agua tiene tapa: ☐ SI ☐ NO

J.- ¿Con qué frecuencia realiza Ud. la limpieza de sus depósitos?.....



5. INFORMACION SOBRE SANEAMIENTO

A.- Si no tienen conexión de alcantarillado, que sistema de disposición de heces fecales tiene:

☐ Letrina ☐ Sumidero ☐ No tiene Ninguno

Nombre del encuestado: _____

IV-Resultados de las pruebas físicas y químicas de la fuente el Paraíso

<div>  <div> Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua <small>Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos: (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982 Teléfax: (505) 2267 8169, apartado postal 4558, correo: ventas.servicios@cira.unan.edu.ni</small> </div>  </div>					
CLIENTE		Resultados Analíticos Físico Químicos		AGUA NATURAL	
SR. OSCAR EMIN ESPINOZA LANUZA Estím, Estím Tel. 5735 1711		MATRIZ DE LA MUESTRA FUENTE: IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE LUGAR Y/O COMUNIDAD MUNICIPIO, DEPARTAMENTO COORDENADAS ELEVACIÓN FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CÓDIGO DEL LABORATORIO FECHA DE RECEPCIÓN FECHA DE RECIBO DEL ANÁLISIS FECHA DEL REPORTE		Op de Agua P 1 Comuna El Regajo, Regajo Estím, Estím 1450071 N, 85947 E 194 msn 2018-08-15 07 h 45 MB-0970 2018-08-15 2018-08-15 2018-08-31	
Parámetros	Método	Limite y / o Rango de Detección	Resultados	Unidades	Valores mínimos admisibles CAPRE ¹
TEMPERATURA	2130 B ²	6.03 a 999	0.68	UNIT	5.00 UNIT
pH A 25.0 °C	4500 A ³ B ⁴	0.10 a 14.00	7.03	Unidades de pH	6.5 - 8.5 Unidades de pH
CONDUCTIVIDAD A 25.0 °C	2010 B ⁵	1.0 a 100 000.00	185.10	µS/cm ²	1000.00 µS/cm ²
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	1030 E ⁶		132.04	mg/l ⁷	50.00 mg/l ⁷
COLOR VERDADERO	2120 B ⁸	5.0 - 100.0	< 5.0	mg/l ⁹ Pt-Co	15.0 mg/l ⁹ Pt-Co
ODORO	3100 H ¹⁰	0.09	8.99	mg/l ¹¹	200.00 mg/l ¹¹
POTASIO	3500 K ¹² B ¹³	0.10	1.83	mg/l ¹⁴	10.00 mg/l ¹⁴
AMONIO	3500 N ¹⁵ B ¹⁶	0.20	8.18	mg/l ¹⁷	50.00 mg/l ¹⁷
CLOURO	3500 Cl ¹⁸ B ¹⁹	0.08	16.00	mg/l ²⁰	200.00 mg/l ²⁰
CLORURO	4110 B ²¹	0.25	3.00	mg/l ²²	50.00 mg/l ²²
NITRATO	4110 B ²³	0.25	< 0.25	mg/l ²⁴	50.00 mg/l ²⁴
SULFATO	4110 B ²⁵	0.25	0.52	mg/l ²⁶	250.00 mg/l ²⁶
CARBONATO	2120 B ²⁷	2.00	< 2.00	mg/l ²⁸	Sin referencia
BICARBONATO	2120 B ²⁹	0.75	107.40	mg/l ³⁰	Sin referencia
DUREZA TOTAL Como CaCO ₃	2140 C ³¹	0.13	81.48	mg/l ³²	Sin referencia
ALCALINIDAD TOTAL Como CaCO ₃	2120 B ³³	0.52	88.00	mg/l ³⁴	Sin referencia
ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2120 B ³⁵	1.87	< 1.87	mg/l ³⁶	Sin referencia
SILICE REACTIVO DISUELTO	4130 D ³⁷ C ³⁸	0.20	69.75	mg/l ³⁹	Sin referencia
NITRITO	4500 NO ₂ B ⁴⁰	0.003	0.003	mg/l ⁴¹	0.10 a 3.00 mg/l ⁴²
AMONIO TOTAL	3500 N ⁴³ B ⁴⁴	0.02	0.09	mg/l ⁴⁵	0.30 mg/l ⁴⁶
FLUORURO	4110 B ⁴⁷	0.25	< 0.25	mg/l ⁴⁸	0.7 - 1.5 mg/l ⁴⁹
AMONIO	4500 NH ₄ B ⁵⁰	0.0003	< 0.0003	mg/l ⁵¹	0.5 mg/l ⁵²
BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030 E ⁵³		4.85	%	

Detalles de campo suministrados por el Cliente:
No reportados

* Si se toma el valor de 3.00 mg/l⁴¹ debe multiplicarse el número y valor por fórmula

Referencias:
¹ American Public Health Association (APHA) (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition. Washington: APHA.
² American Public Health Association (APHA) (1995). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 19th Edition. Washington: APHA.
³ Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE) (1993). Normas de Calidad para Consumo Humano. Costa Rica.
⁴ World Health Organization (WHO) (2011). Guidelines for Drinking Water Quality, fourth edition. Geneva 27. Switzerland: WHO.

DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001 05), el Laboratorio de Aguas Naturales hace constar que la muestra codificada como AN-0493 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Aguas Naturales".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la Institución por un tiempo de 5 años.





ÁREA ANALÍTICA

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los treinta y un días del mes de agosto del año dos mil dieciocho.

ÁREA TÉCNICA ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

<div>  <div> Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua <small>Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos: (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982 Teléfax: (505) 2267 8169, apartado postal 4558, correo: ventas.servicios@cira.unan.edu.ni</small> </div>  </div>					
CLIENTE		Resultados Analíticos de Microbiología		AGUA NATURAL	
SR. OSCAR EMIN ESPINOZA LANUZA Estím, Estím Tel. 5735 1711		MATRIZ DE LA MUESTRA FUENTE: IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE LUGAR Y/O COMUNIDAD MUNICIPIO, DEPARTAMENTO COORDENADAS ELEVACIÓN FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CÓDIGO DEL LABORATORIO FECHA DE RECEPCIÓN FECHA DE RECIBO DEL ANÁLISIS FECHA DEL REPORTE		Op de Agua P 1 Comuna El Regajo, Regajo Estím, Estím 1450071 N, 85947 E 194 msn 2018-08-15 07 h 45 MB-0970 2018-08-15 2018-08-15 2018-08-31	
Parámetros	Método	Limite de Detección	Resultados	Valor Recomendado CAPRE ¹	Valor Guía WHO ²
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	9221 E ³	< 1.8	1.10E+01	NMP/100 mL	0.10E+01

Clave:
NMP/100 mL, Número más Probable en cien milímetros de muestra analizada

Observación:
Coliformes termotolerantes: Coliformes fecales (denominación abreviada)

Referencias:
¹ American Public Health Association (APHA) (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition. Washington: APHA.
² Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE) (1993). Normas de Calidad para Consumo Humano. Costa Rica.
³ World Health Organization (WHO) (2011). Guidelines for Drinking Water Quality, fourth edition. Geneva 27. Switzerland: WHO.

DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-0970 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la Institución por un tiempo de 5 años.



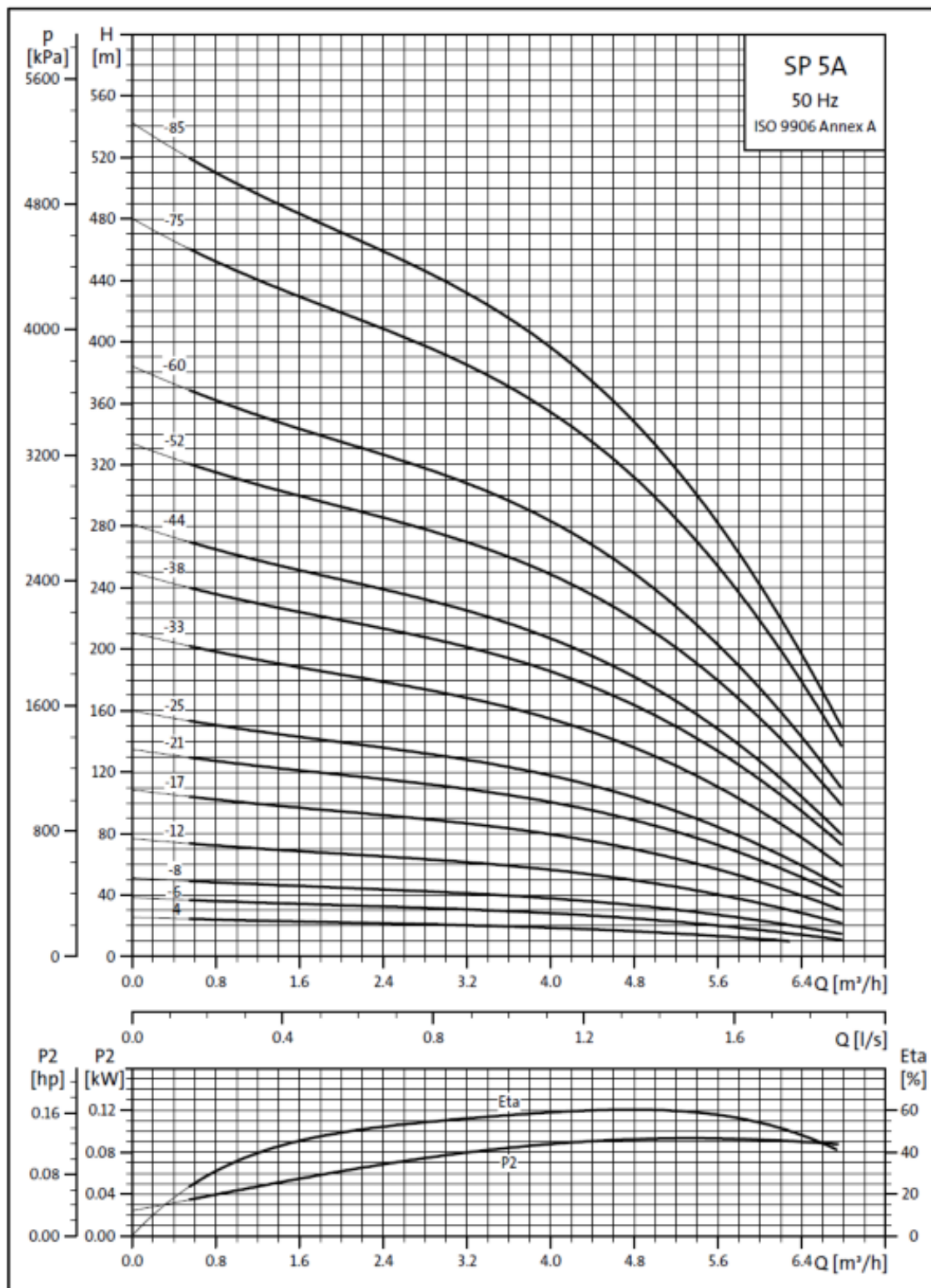
ÁREA ANALÍTICA

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los veinticuatro días del mes de agosto del año dos mil dieciocho.

ÁREA TÉCNICA ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

V-Curvas características de bombas grundfos modelos SP 5 A de 50 hz



VI-Fotos tomadas en la elaboración de la investigación

Fotos tomadas a los pobladores de la comarca en la etapa de elaboración de encuestas.



Fotos tomadas el 1 de Febrero del 2018.

Fotos tomadas en la etapa del levantamiento topográfico de las calles de la comarca del Regadío.





Fotos tomadas en el mes de Febrero del 2018.

Foto tomada en la etapa de pruebas físico y químicas del agua de la fuente el Paraisito.



Foto tomada el 15 de agosto del 2018.

VII- Planos del diseño de abastecimiento de agua potable y letrina de foso seco ventilado

INDICE DE LAMINAS:

- HS-1. MACRO Y MICRO LOCALIZACION DE LA COMARCA DEL REGADÍO
- HS-2. ALTIMETRIA DEL TERRENO (CURVAS DE NIVEL)
- HS-3. RED DE DISTRUBUCION DE AGUA POTABLE
- HS-4-5. PERFILES DEL TERRENO
- HS-6-11. DETALLES HIDROSANITARIOS
- HS-12. DETALLE DEL POZO
- HS-13. DETALLE DEL TANQUE DE ALMACENMIENTO DE AGUA POTABLE



MACRO LOCALIZACION DE LA COMARCA DEL REGADIO



MICRO LOCALIZACION DE LA COMARCA DEL REGADIO

CONTENIDO:

PROPUESTA DE
DISEÑO DE
ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE

UBICACION:

COMARCA DE EL
REGADÍO DEL
MUNICIPIO DE ESTELÍ

DIBUJO Y TOPOGRAFIA:

BR. JACOB KONTOROVSKY
BR. MILDRED MAIRENA
BR. OSCAR ESPINOZA

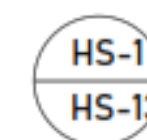
REVISO:

MSC. ING. JOSE ANGEL
BALDODANO

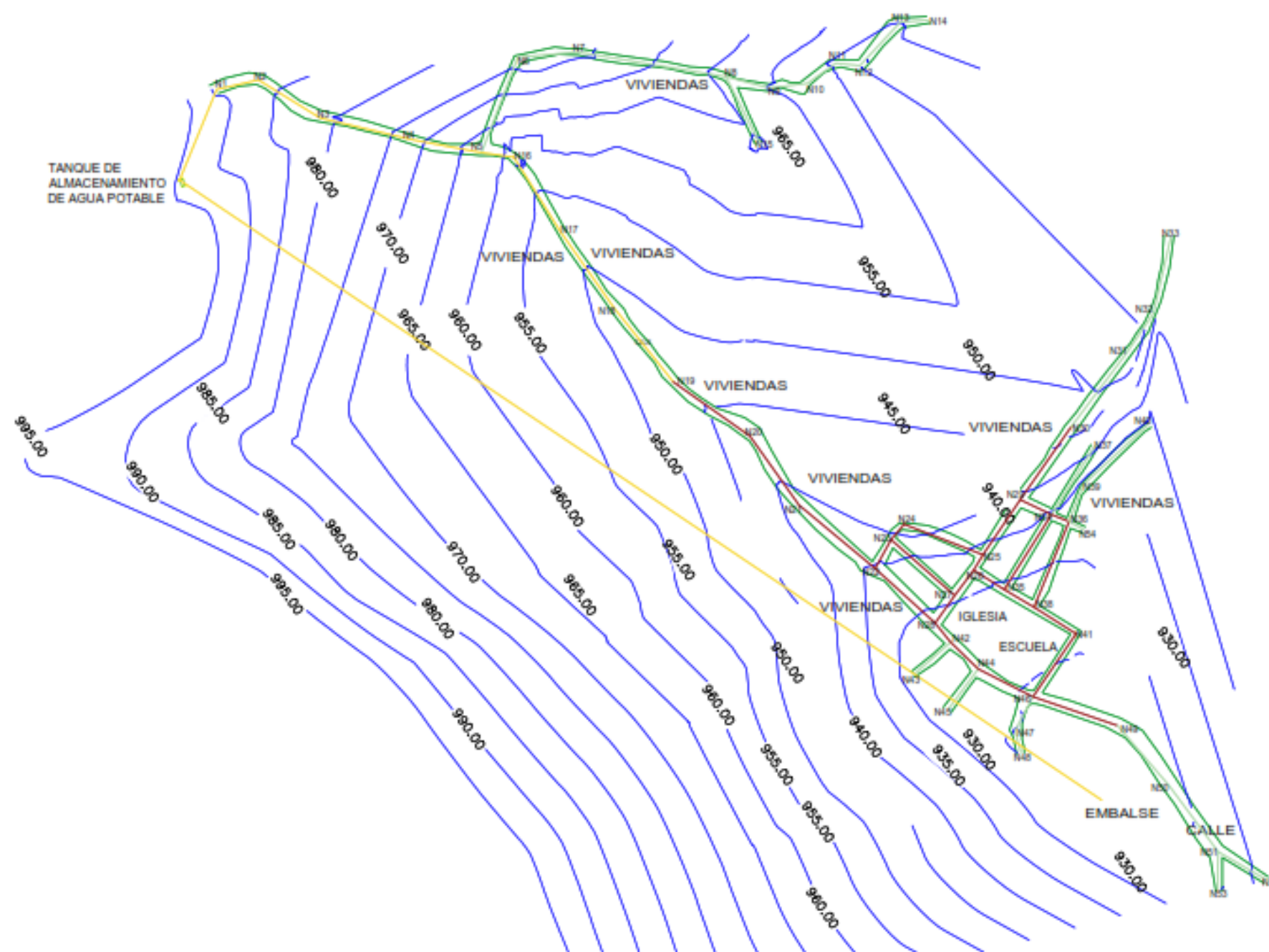
FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2018

LAMINA:



Lider en Ciencia y Tecnología



ALTIMETRIA DEL TERRENO (CURVAS DE NIVEL)

ESCALA: 1:200

CONTENIDO:

PROPUESTA DE
DISEÑO DE
ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE

UBICACION:

COMARCA DE EL
REGADÍO DEL
MUNICIPIO DE ESTELÍ

DIBUJO Y TOPOGRAFIA:

BR. JACOB KONTOROVSKY
BR. MILDRED MAIRENA
BR. OSCAR ESPINOZA

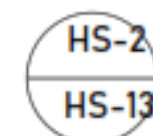
REVISO:

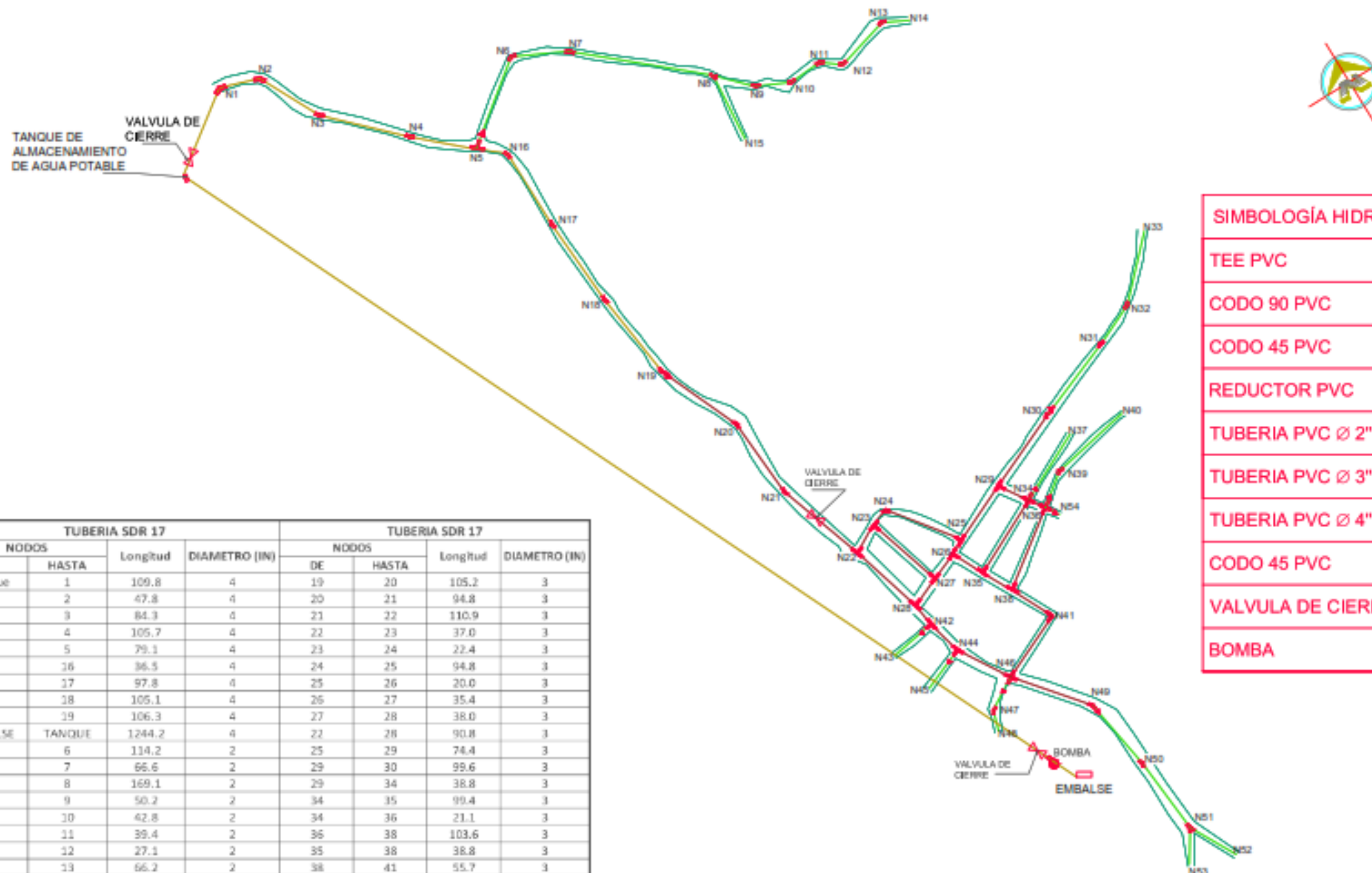
MSC. ING. JOSE ANGEL
BALDODANO

FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2018

LAMINA:





TUBERIA SDR 17				TUBERIA SDR 17			
NODOS		Longitud	DIAMETRO (IN)	NODOS		Longitud	DIAMETRO (IN)
DE	HASTA			DE	HASTA		
Tanque	1	109.8	4	19	20	105.2	3
1	2	47.8	4	20	21	94.8	3
2	3	84.3	4	21	22	110.9	3
3	4	105.7	4	22	23	37.0	3
4	5	79.1	4	23	24	22.4	3
5	16	36.5	4	24	25	94.8	3
16	17	97.8	4	25	26	20.0	3
17	18	105.1	4	26	27	35.4	3
18	19	106.3	4	27	28	38.0	3
EMBALSE	TANQUE	1244.2	4	28	29	90.8	3
5	6	114.2	2	29	30	99.6	3
6	7	65.6	2	30	31	38.8	3
7	8	169.1	2	31	32	99.4	3
8	9	50.2	2	32	33	21.1	3
9	10	42.8	2	33	34	103.6	3
10	11	39.4	2	34	35	38.8	3
11	12	27.1	2	35	36	55.7	3
12	13	65.2	2	36	37	40.6	3
13	14	31.4	2	37	38	94.8	3
14	15	81.7	2	38	39	27.6	3
15	16	103.0	2	39	40	55.2	2
16	17	53.9	2	40	41	42.9	3
17	18	87.5	2	41	42	69.0	3
18	19	90.0	2	42	43	85.4	3
19	20	18.2	2	43	44	99.8	3
20	21	64.5	2	44	45	88.7	2
21	22	97.5	2	45	46	92.3	2
22	23	54.8	2	46	47	61.6	2
23	24	43.0	2	47	48	42.1	2
24	25	24.8	2				

RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

ESCALA: 1:200

SIMBOLOGÍA HIDRÁULICA

TEE PVC	
CODO 90 PVC	
CODO 45 PVC	
REDUCTOR PVC	
TUBERIA PVC Ø 2"	
TUBERIA PVC Ø 3"	
TUBERIA PVC Ø 4"	
CODO 45 PVC	
VALVULA DE CIERRE	
BOMBA	

CONTENIDO:

PROPUESTA DE
DISEÑO DE
ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE

UBICACION:

COMARCA DE EL
REGADÍO DEL
MUNICIPIO DE ESTELÍ

DIBUJO Y TOPOGRAFIA:

BR. JACOB KONTOROVSKY
BR. MILDRED MAIRENA
BR. OSCAR ESPINOZA

REVISO:

MSC. ING. JOSE ANGEL
BALDODANO

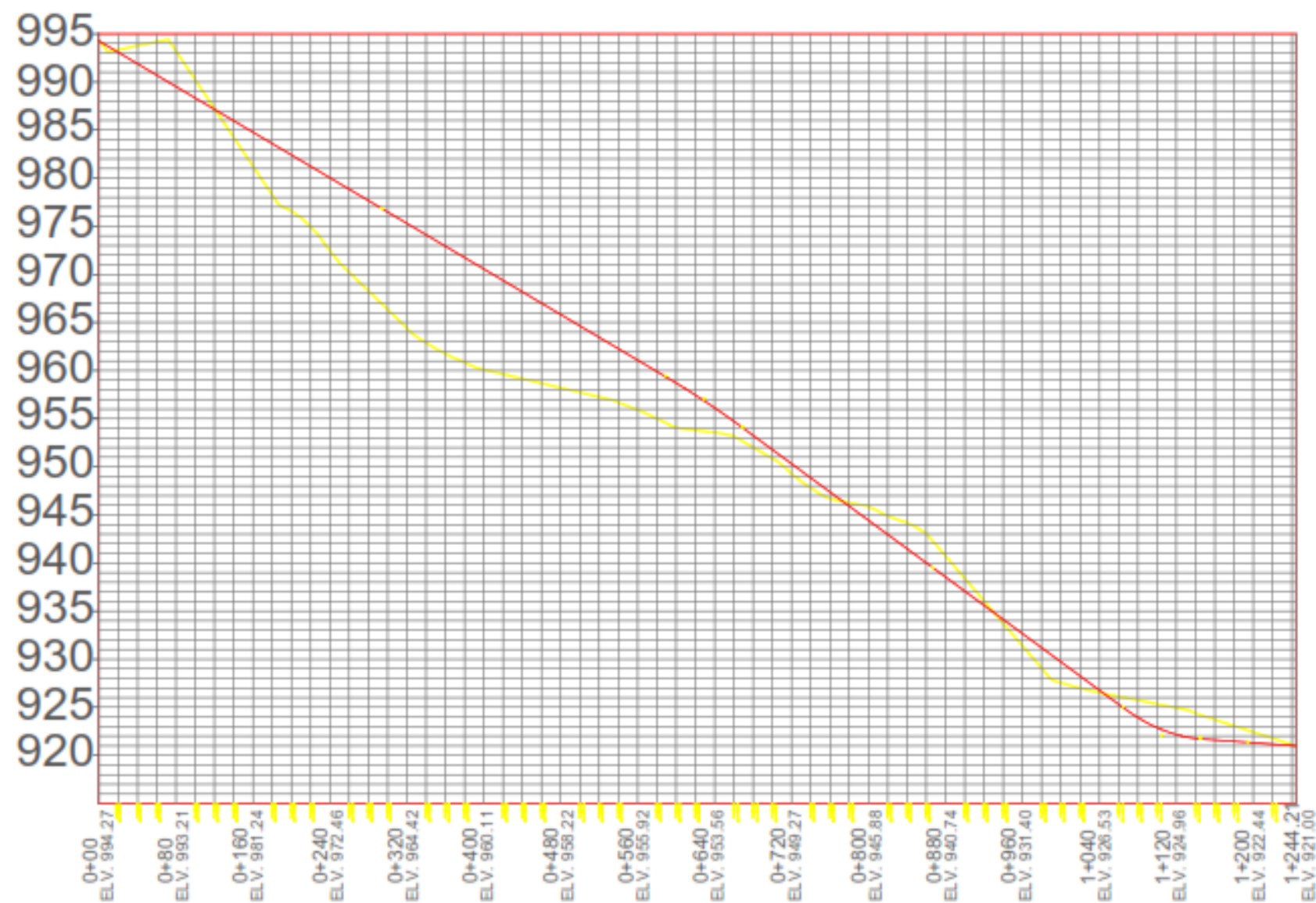
FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2018

LAMINA:

HS-3
HS-13





ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
ESCALA VERTICAL: 1:100

EJE DE TERRENO NATURAL
EJE DE TERRENO DE PROYECTO

PERFIL DEL TANQUE AL EMBALSE

CONTENIDO:

PROPUESTA DE
DISEÑO DE
ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE

UBICACION:

COMARCA DE EL
REGADÍO DEL
MUNICIPIO DE ESTELÍ

DIBUJO Y TOPOGRAFIA:

BR. JACOB KONTOROVSKY
BR. MILDRED MAIRENA
BR. OSCAR ESPINOZA

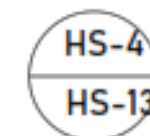
REVISO:

MSC. ING. JOSE ANGEL
BALDODANO

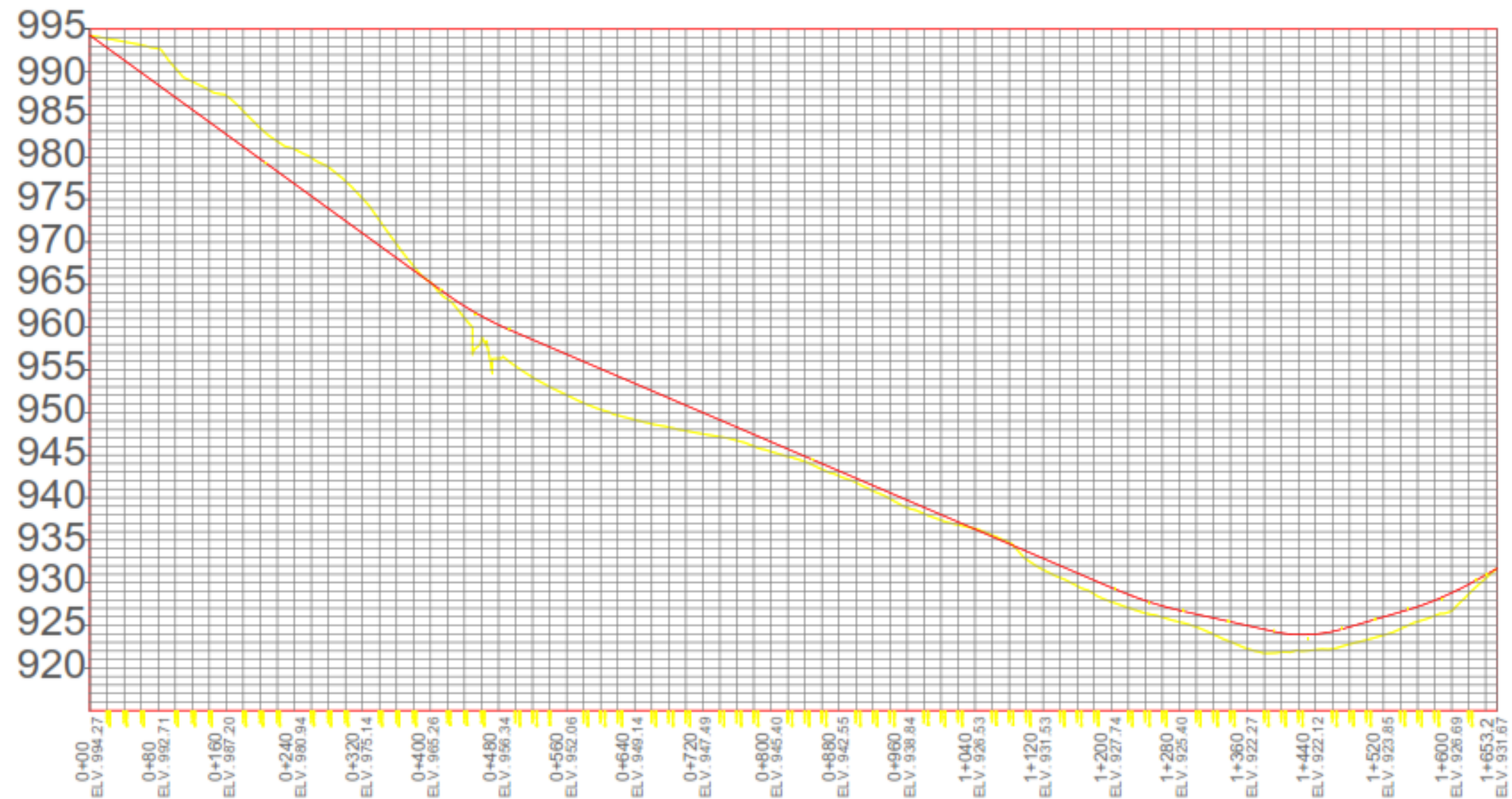
FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2018

LAMINA:



Lider en Ciencia y Tecnología



ESCALA HORIZONTAL: 1:1000
 ESCALA VERTICAL: 1:100

EJE DE TERRENO NATURAL
 EJE DE TERRENO DE PROYECTO

PERFIL DEL TANQUE AL NODO 53

CONTENIDO:

PROPUESTA DE
 DISEÑO DE
 ABASTECIMIENTO
 DE AGUA POTABLE

UBICACION:

COMARCA DE EL
 REGADÍO DEL
 MUNICIPIO DE ESTELÍ

DIBUJO Y TOPOGRAFIA:

BR. JACOB KONTOROVSKY
 BR. MILDRED MAIRENA
 BR. OSCAR ESPINOZA

REVISO:

MSC. ING. JOSE ANGEL
 BALTODANO

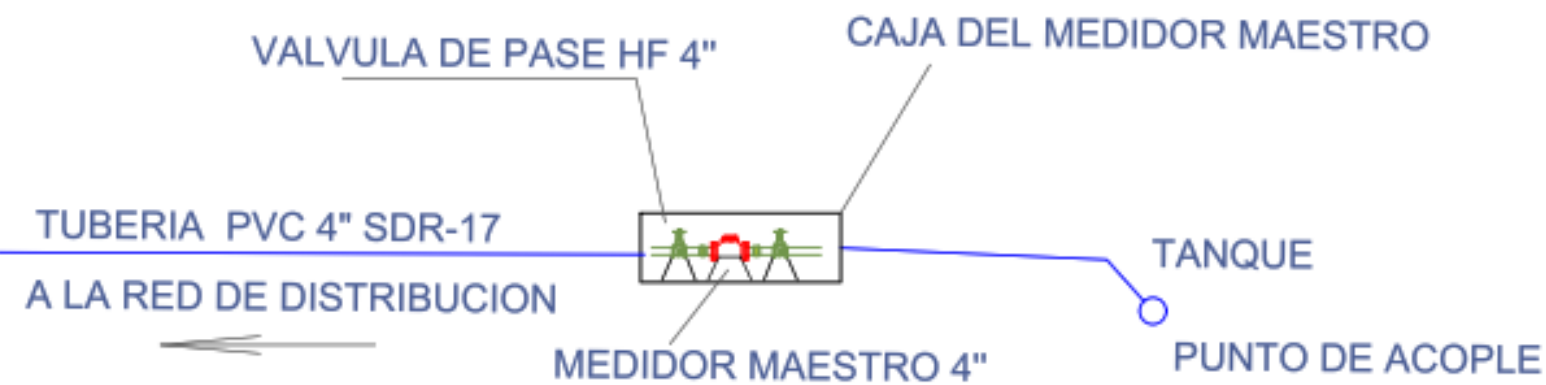
FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2018

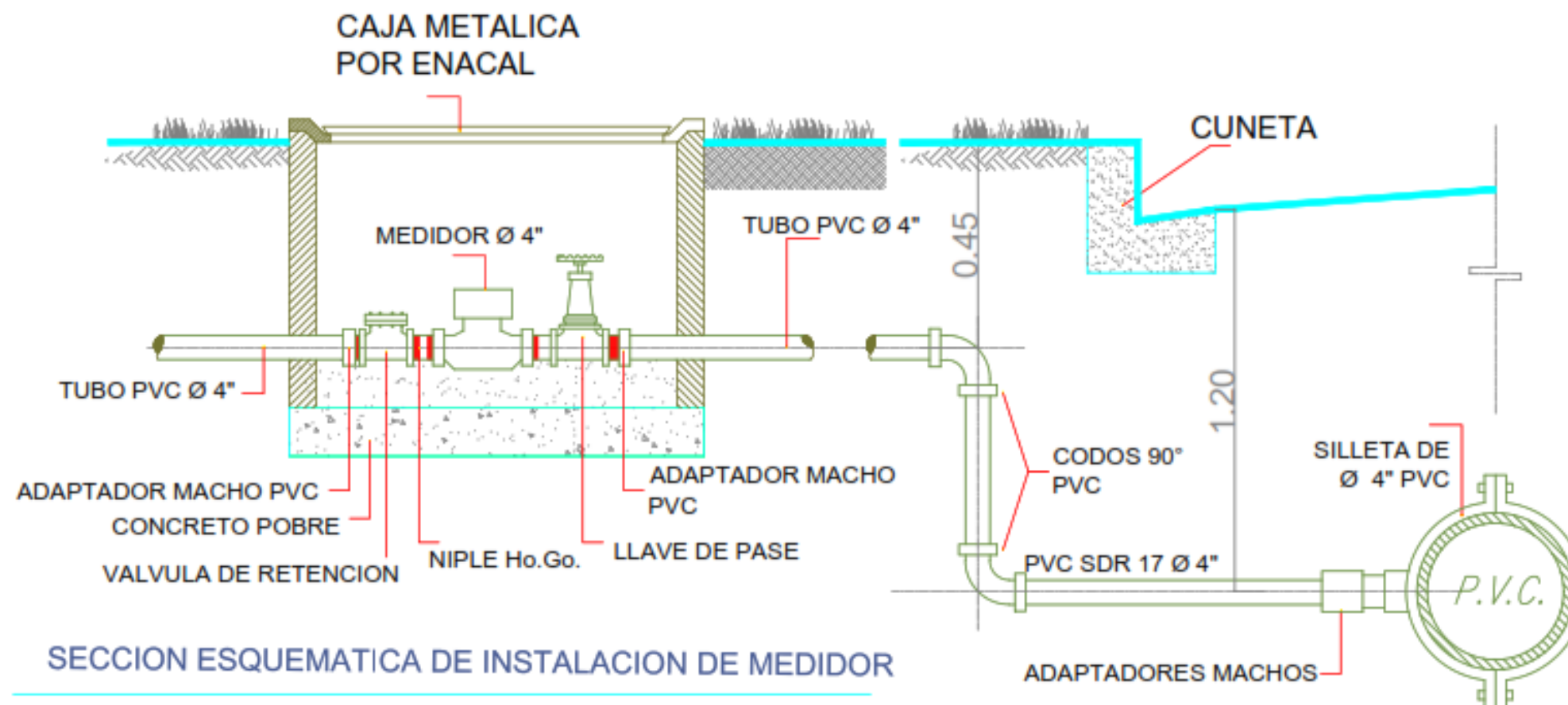
LAMINA:

HS-5
 HS-13





DETALLE DE CONEXION



SECCION ESQUEMATICA DE INSTALACION DE MEDIDOR

CONTENIDO:

PROPUESTA DE
DISEÑO DE
ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE

UBICACION:

COMARCA DE EL
REGADÍO DEL
MUNICIPIO DE ESTELÍ

DIBUJO Y TOPOGRAFIA:

BR. JACOB KONTOROVSKY
BR. MILDRED MAIRENA
BR. OSCAR ESPINOZA

REVISO:

MSC. ING. JOSE ANGEL
BALDODANO

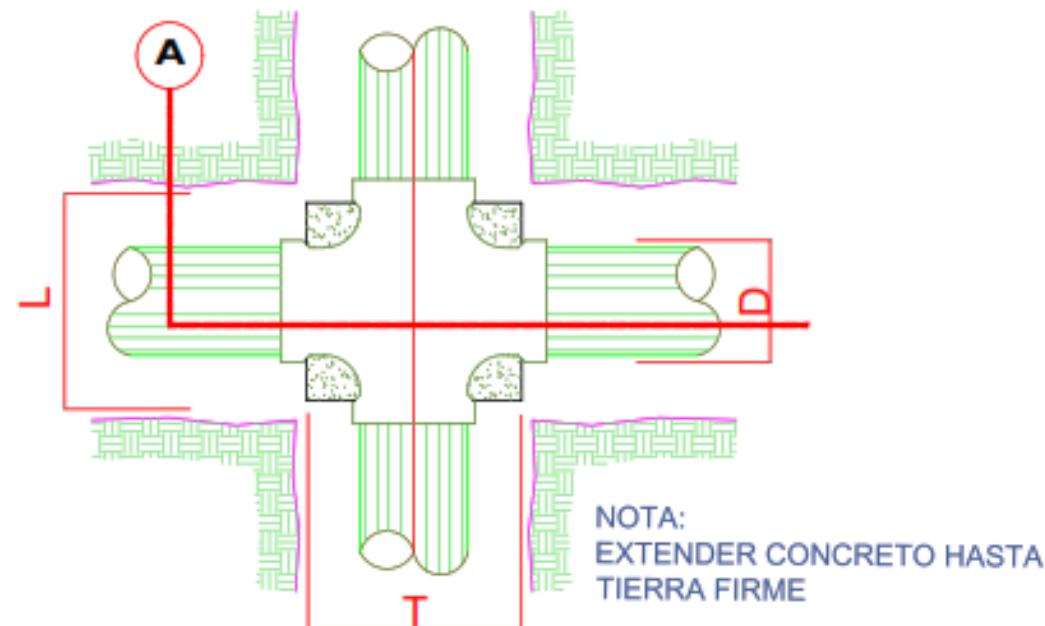
FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2018

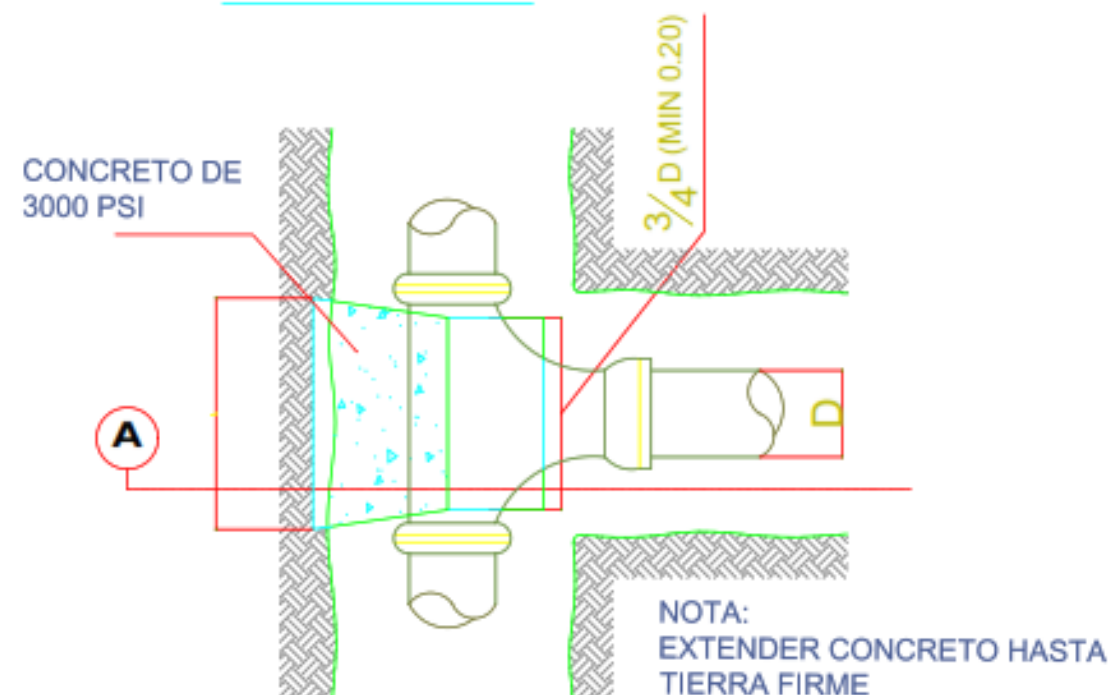
LAMINA:

HS-6
HS-13

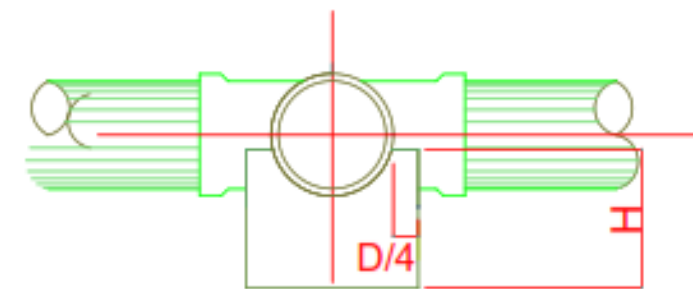




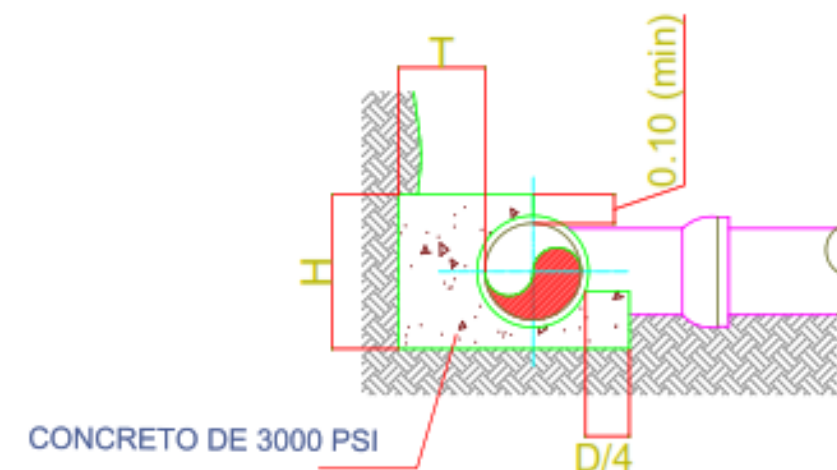
PLANTA



PLANTA



SECCION A



SECCION A

BLOQUE DE REACCION PARA CRUZ			
Clasificacion de Ramal			
D	2"	3"	4"
T	0.1	0.15	0.2
H	0.2	0.25	0.3
L	0.2	0.25	0.3
Volumen de concreto en	0.004	0.0094	0.018
BLOQUE DE REACCION PARA TEE			
Clasificacion de Ramal			
D	2"	3"	4"
T	0.25	0.3	0.35
H	0.35	0.4	0.45
L	0.45	0.5	0.55

CONTENIDO:

PROPUESTA DE
DISEÑO DE
ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE

UBICACION:

COMARCA DE EL
REGADÍO DEL
MUNICIPIO DE ESTELÍ

DIBUJO Y TOPOGRAFIA:

BR. JACOB KONTOROVSKY
BR. MILDRED MAIRENA
BR. OSCAR ESPINOZA

REVISO:

MSC. ING. JOSE ANGEL
BALDODANO

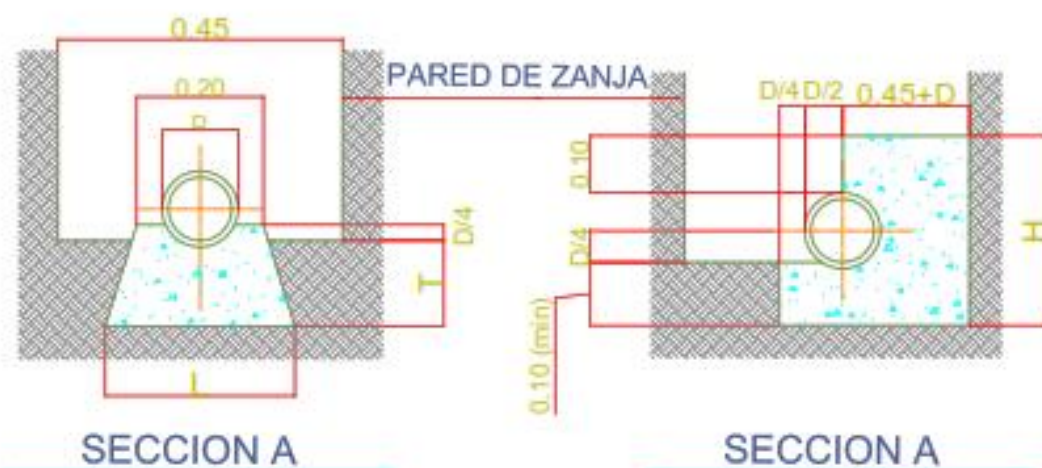
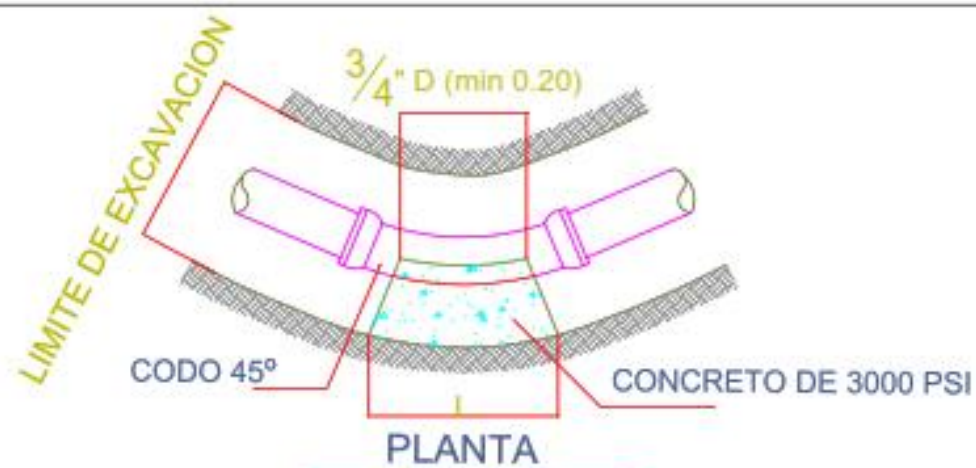
FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2018

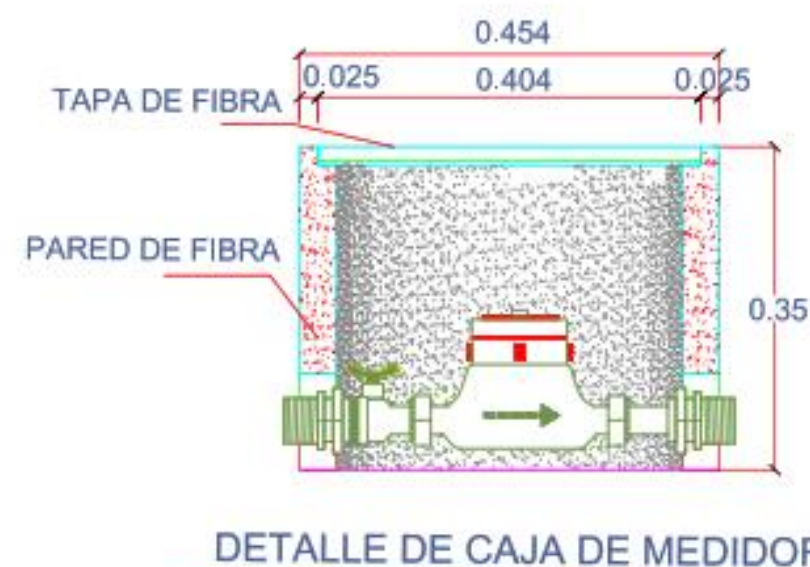
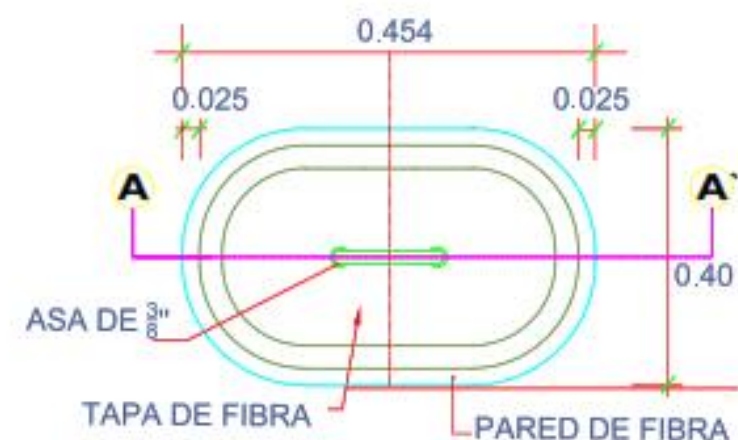
LAMINA:

HS-7
HS-13





BLOQUE DE REACCION PARA CODOS				
ANGULO	D	4"	3"	2"
90°	T	0.15	0.15	0.15
	H	0.30	0.27	0.25
	L	0.30	0.27	0.25
45°	T	0.30	0.10	0.10
	H	0.30	0.27	0.20
	L	0.35	0.30	0.25



CONTENIDO:

PROPUESTA DE
DISEÑO DE
ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE

UBICACION:

COMARCA DE EL
REGADÍO DEL
MUNICIPIO DE ESTELÍ

DIBUJO Y TOPOGRAFIA:

BR. JACOB KONTOROVSKY
BR. MILDRED MAIRENA
BR. OSCAR ESPINOZA

REVISO:

MSC. ING. JOSE ANGEL
BALDODANO

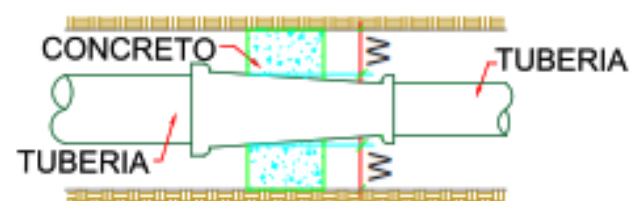
FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2018

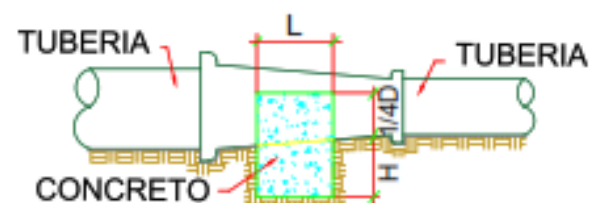
LAMINA:

HS-8
HS-13

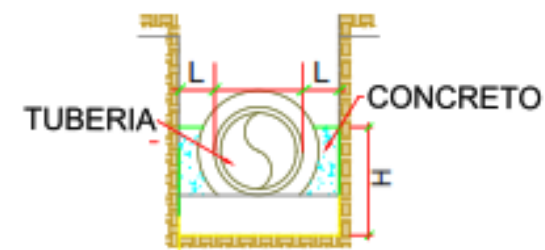




PLANTA



ELEVACION

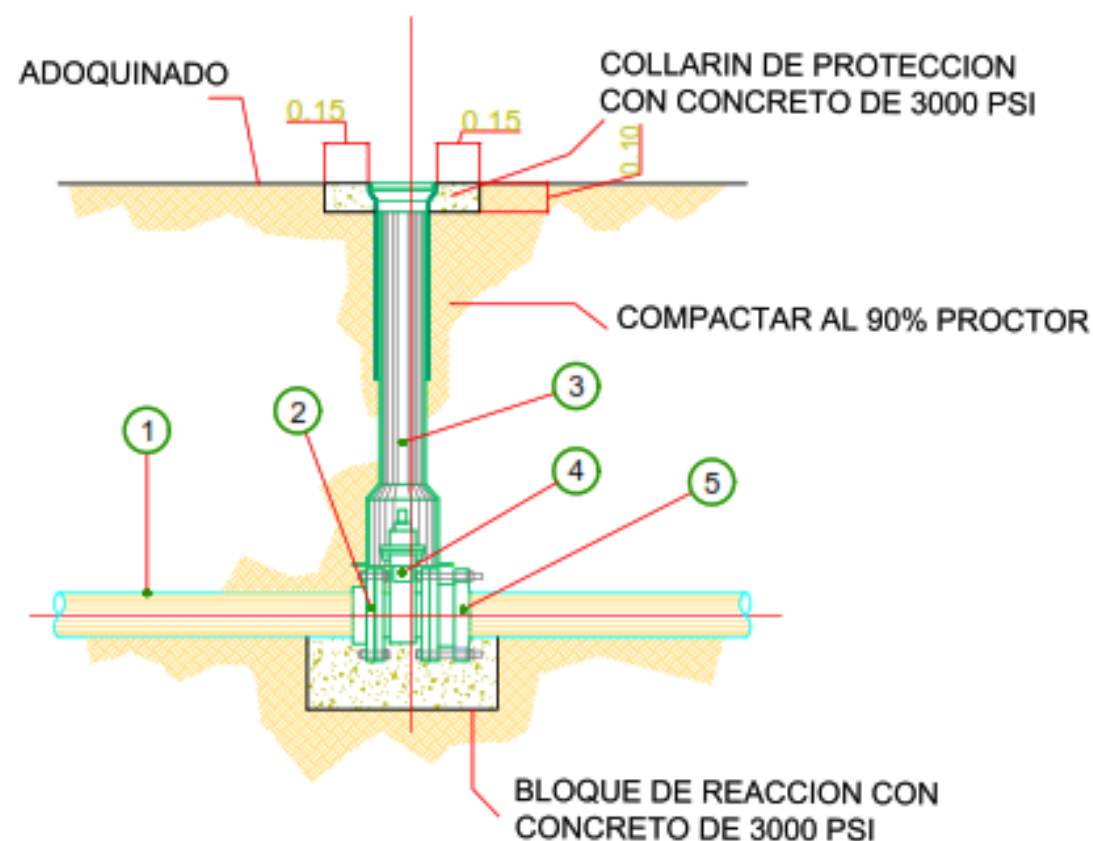


SECCION

BLOQUE DE REACCION PARA REDUCTORES

BLOQUE DE REACCION PARA CODOS			
D	W	H	L
3"X2"	0.20	0.30	0.15
4"X3	0.20	0.30	0.15

LEYENDA	
1	Línea principal P.V.C
2	Flange Giratorio P.V.C
3	Protector de válvula. "AGUA"
4	Válvula de compuerta Belgicast Ø=4" y/o Ø6" H.F. Cierre
5	Brida Universal Serie 2204-L Belsi, Belgicast.



NOTA: NO SOPORTAR LA CAJA PROTECTORA, SOBRE LAS UNIONES DE LA VALVULA DE COMPUERTA DE LA LINEA PRINCIPAL.

DETALLE TIPICO DE VALVULA DE COMPUERTA EN RED DE DISTRIBUCION

CONTENIDO:

PROPUESTA DE DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACION:

COMARCA DE EL REGADÍO DEL MUNICIPIO DE ESTELÍ

DIBUJO Y TOPOGRAFIA:

BR. JACOB KONTOROVSKY
BR. MILDRED MAIRENA
BR. OSCAR ESPINOZA

REVISO:

MSC. ING. JOSE ANGEL BALDODANO

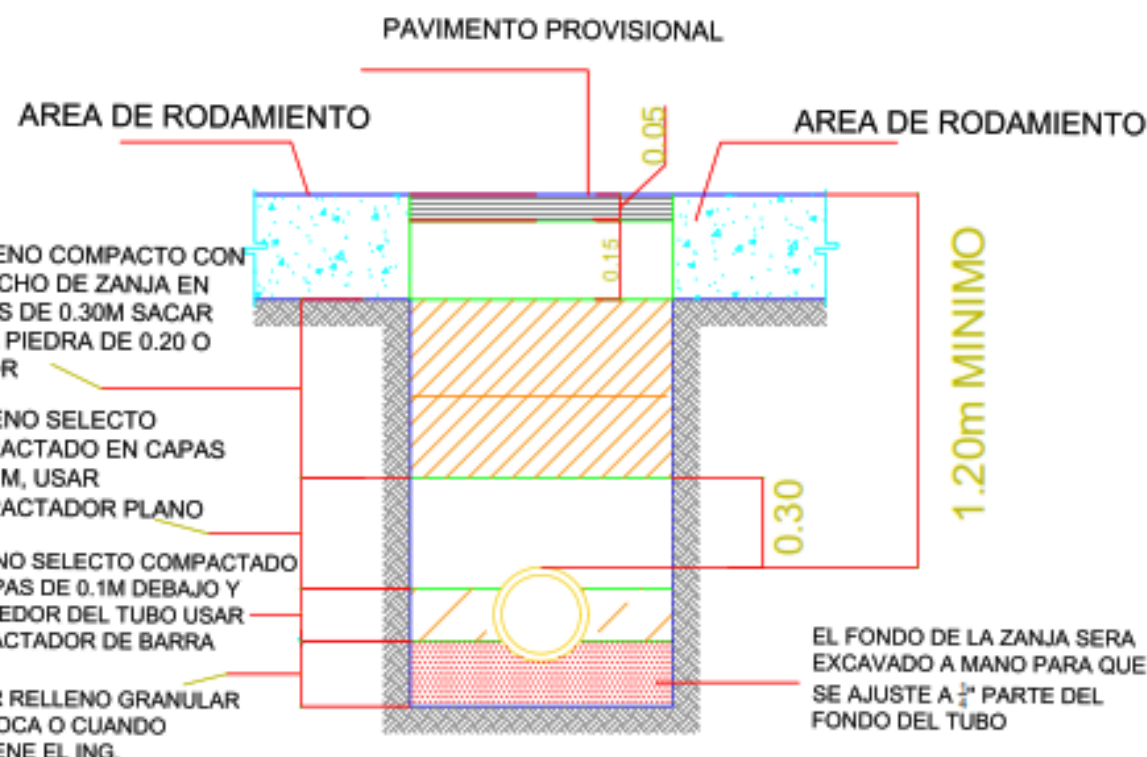
FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2018

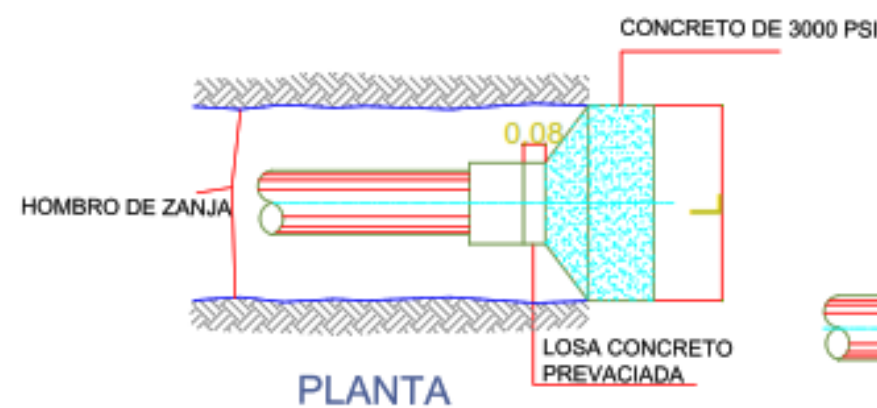
LAMINA:

HS-9
HS-13





DETALLE DE ZANJA

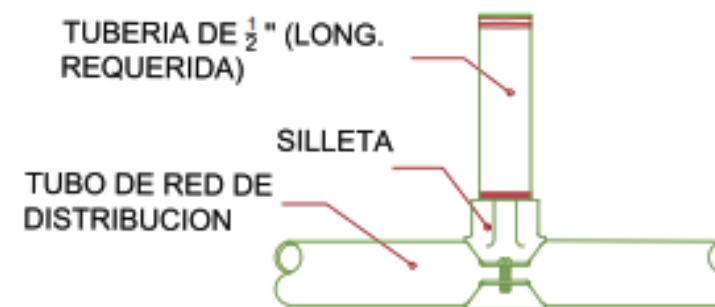


PLANTA

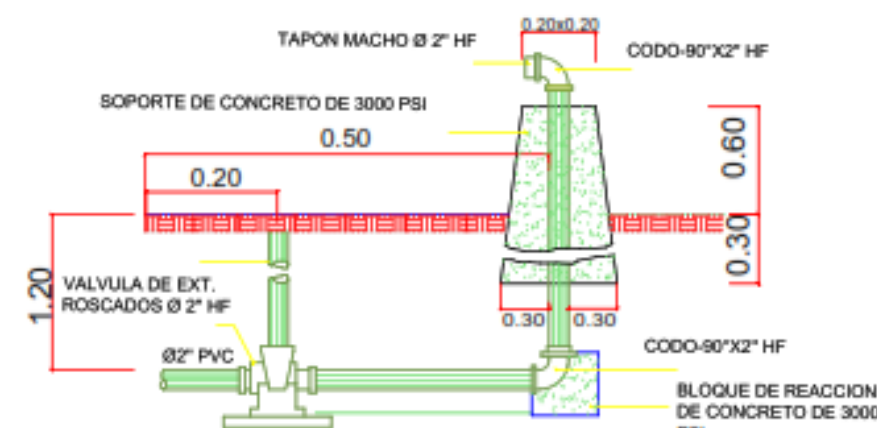


ELEVACION

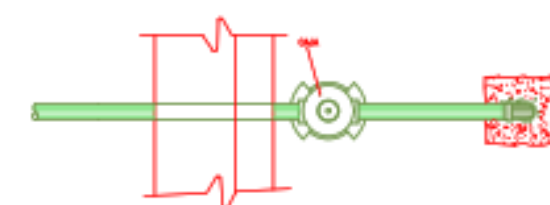
NOTA: EXTENDER CONCRETO HASTA TIERRA SOLIDA



DETALLE DE INSTALACION SILLETA DE ACOMETIDA



ELEVACION



PLANTA
DETALLE DE VALVULA DE LIMPIEZA

CONTENIDO:

PROPUESTA DE DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

UBICACION:

COMARCA DE EL REGADÍO DEL MUNICIPIO DE ESTELÍ

DIBUJO Y TOPOGRAFIA:

BR. JACOB KONTOROVSKY
BR. MILDRED MAIRENA
BR. OSCAR ESPINOZA

REVISO:

MSC. ING. JOSE ANGEL BALTODANO

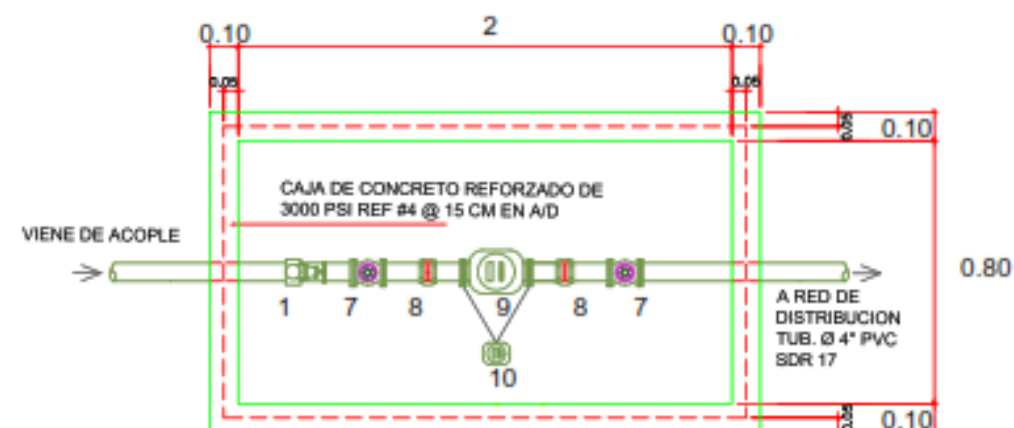
FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2018

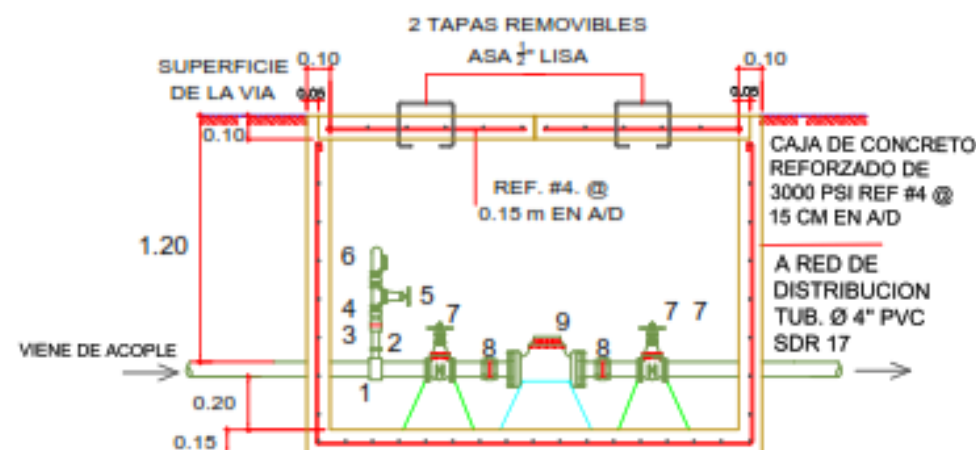
LAMINA:

HS-10
HS-13

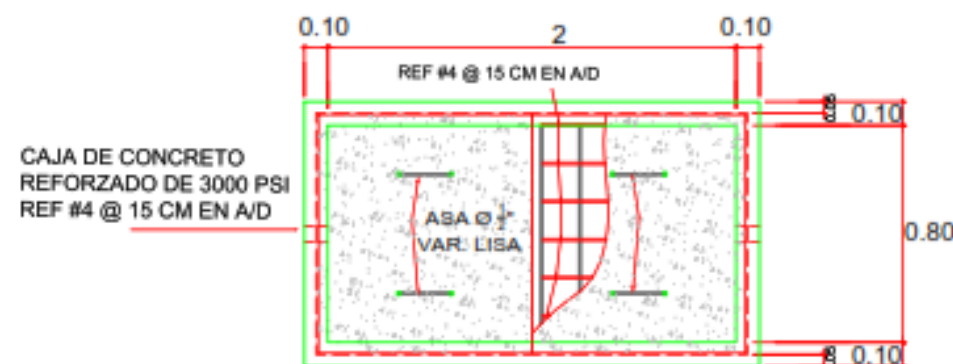




PLANTA



SECCION



DETALLE DE PROTECCION
PARA MACRO MEDIDOR DE 4"

LEYENDA

1	ABRAZADERA 3"X2" PVC
2	ADAPTADOR MACHO 1" PVC
3	NIPLE 1" PVC
4	ADAPTADOR HEMBRA 1" PVC
5	VALVULA DE PASE 1" Br. CON ROSCA HEMBRA I.P
6	VALVULA DE AIRE Y VACIO 1" HF. ROSCA MACHO I.P
7	VALVULA 3" HF. CON BRIDAS (NORMAS AWWA C-507 O C/509)
8	UNION DRESSER 3" HoFo
9	MEDIDOR MAESTRO 3"
10	MEDIDOR SECUNDARIO 2"

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE VALVULAS DE COMPUERTA

Las valvulas de compuerta en las redes tendran:

1. Cierre elastico.
2. Revestimiento interior y exterior epoxidico.
3. Conexion con bridas pn10 o su equivalente.
4. Compuerta de hierro fundido ductil, revestimiento elastico especial, vulcanizado, caras planas sin sobre-elevaciones.
5. Eje de maniobra de acero inoxidable, tuerca de laton, empaquetadura de elastomer.
6. Tornillos de union de acero inoxidable.

Cada valvula enterrada viene con su conjunto de maniobra y con su cimentacion, se usara:

1. Mando por conjunto telescopico con: varilla fija a recortar en el sitio con manguito de conexión a la valvula y con cuadrillo de maniobra, tubo alargado telescopico con
2. Cbeza de boca de llave, con cuerpo y tapa de hierro fundido revestido con una capa bituminosa, perno "antirobo" de la tapa de acero inoxidable, collarin de concreto reforzado en la altura del pavimento y colado de cimentacion de concreto reforzado.

CONTENIDO:

PROPUESTA DE
DISEÑO DE
ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE

UBICACION:

COMARCA DE EL
REGADÍO DEL
MUNICIPIO DE ESTELÍ

DIBUJO Y TOPOGRAFIA:

BR. JACOB KONTOROVSKY
BR. MILDRED MAIRENA
BR. OSCAR ESPINOZA

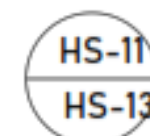
REVISO:

MSC. ING. JOSE ANGEL
BALDODANO

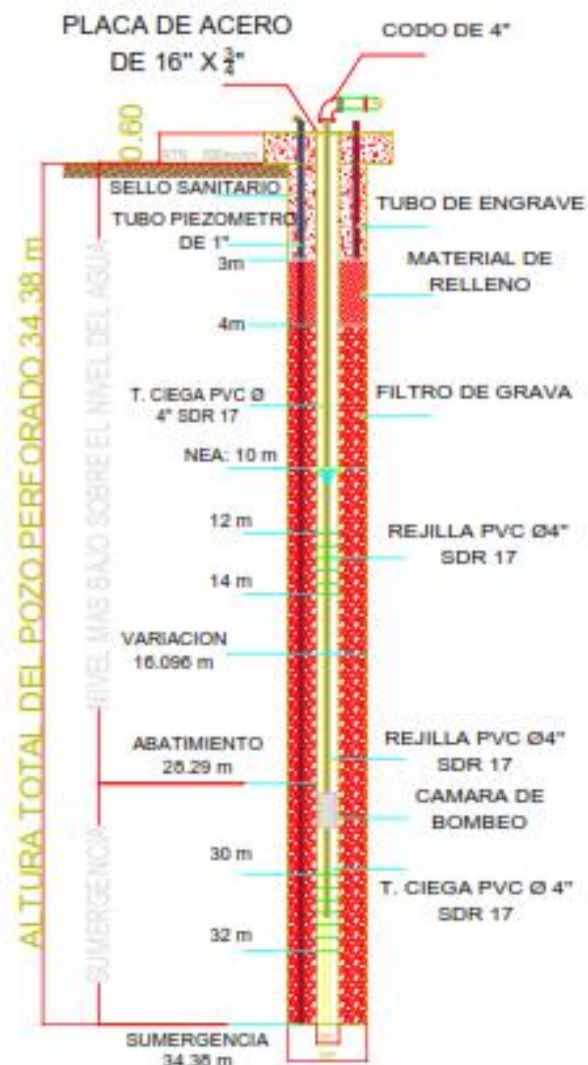
FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2018

LAMINA:



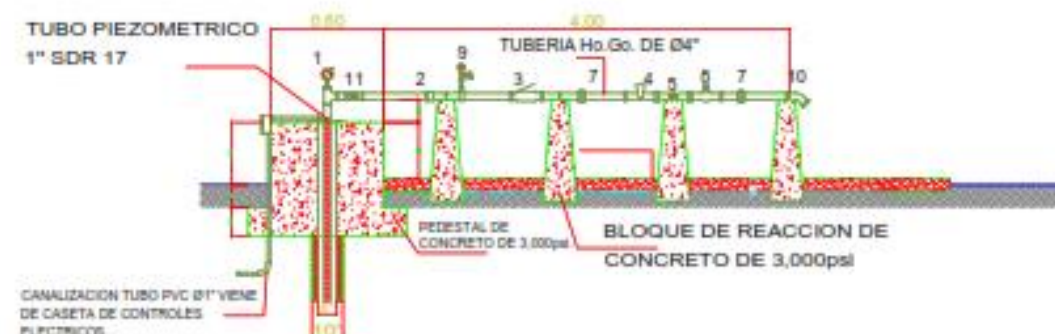
Líder en Ciencia y Tecnología



DETALLE DE PERFIL DEL POZO



PLANTA DE SARTA DE Ø4" Ho.Go. PARA BOMBA SUMERGIBLE



ELEVACION DE SARTA DE Ø4" Ho.Go. PARA BOMBA SUMERGIBLE

LEYENDA		
No.	UNIDAD	DESCRIPCION
1	1	VALVULA DE AIRE H.F 1 1/2" CON ROSCA MACHO
2	1	UNION Ho. DE 4"
3	1	MEDIDOR MAESTRO 4" EXTREMOS ROSCADOS
4	1	VALVULA DE CHECK 4" EXTREMOS ROSCADOS
5	1	CRUZ DE 4" EXTREMOS ROSCADOS
6	1	VALVULA DE ALIVIO 4" EXTREMOS ROSCADOS
7	4	UNION MALEABLE DE 4"
8	2	VALVULA DE PASE DE 4" EXTREMOS ROSCADOS
9	1	MANOMETRO DE CARGA 5/8" DE 160 PSI
10	2	CODOS DE 4"x45 EXTREMOS ROSCADOS
11	1	TEE CON ADAPTADOR PARA MANGUERA DE CLORADOR

CONTENIDO:

PROPUESTA DE
DISEÑO DE
ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE

UBICACION:

COMARCA DE EL
REGADÍO DEL
MUNICIPIO DE ESTELÍ

DIBUJO Y TOPOGRAFIA:

BR. JACOB KONTOROVSKY
BR. MILDRED MAIRENA
BR. OSCAR ESPINOZA

REVISO:

MSC. ING. JOSE ANGEL
BALDODANO

FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2018

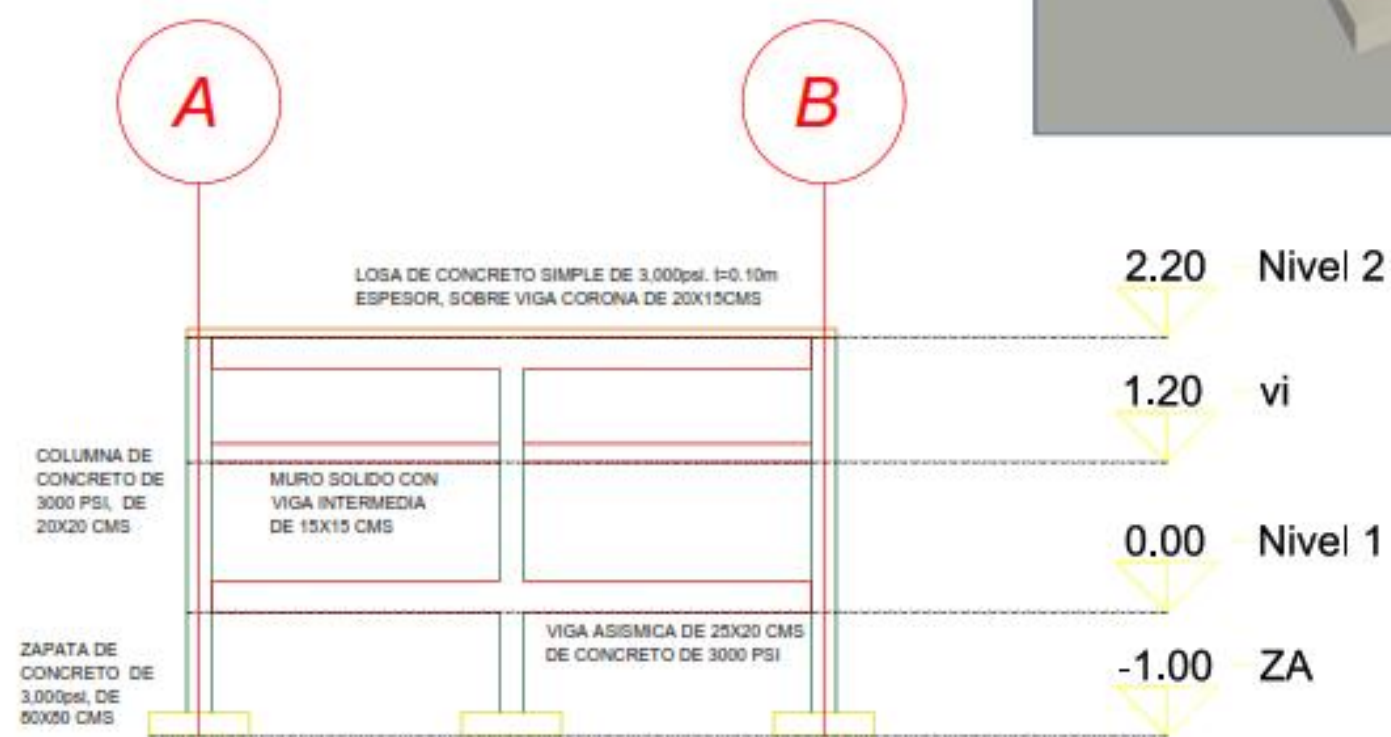
LAMINA:

HS-12
HS-13





PLANTA DEL TANQUE



ELEVACION ESTRUCTURAL DEL EJE 1 Y 2

CONTENIDO:

PROPUESTA DE
DISEÑO DE
ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE

UBICACION:

COMARCA DE EL
REGADÍO DEL
MUNICIPIO DE ESTELÍ

DIBUJO Y TOPOGRAFIA:

BR. JACOB KONTOROVSKY
BR. MILDRED MAIRENA
BR. OSCAR ESPINOZA

REVISO:

MSC. ING. JOSE ANGEL
BALDODANO

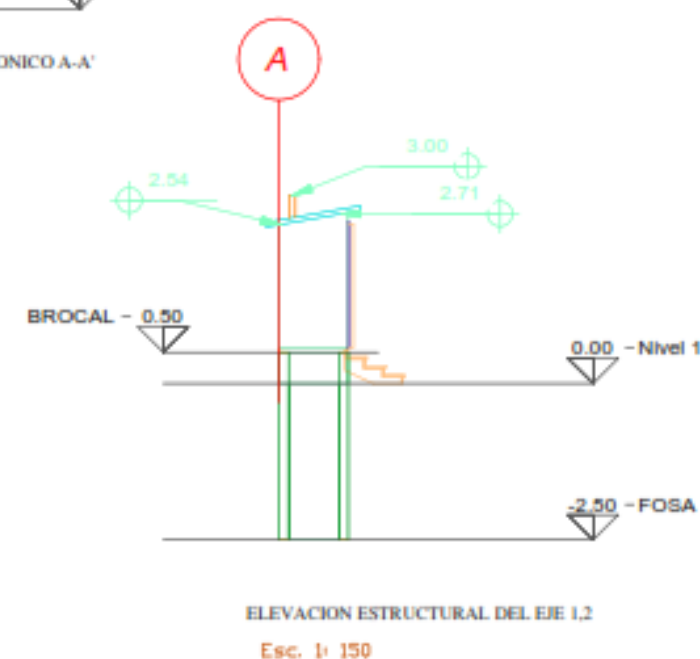
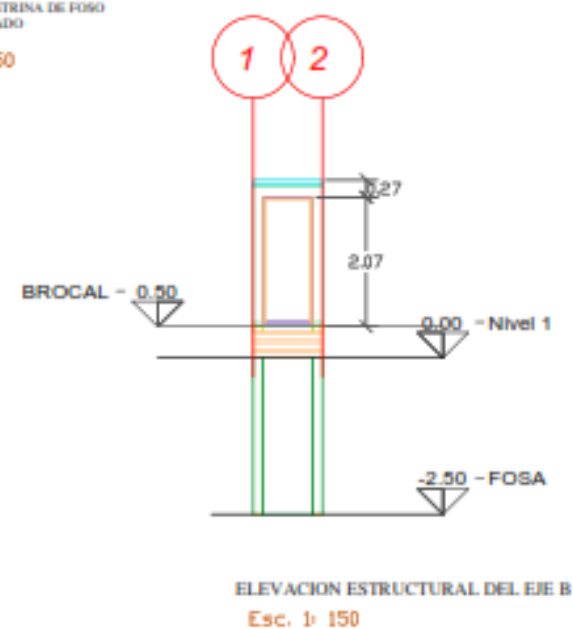
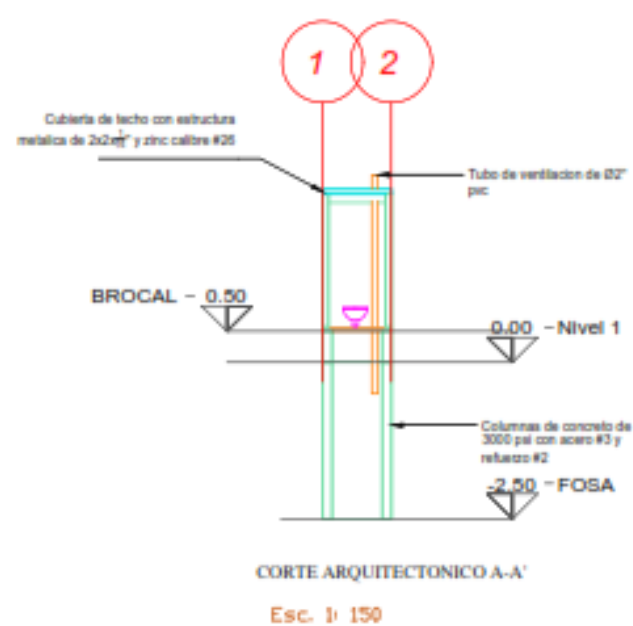
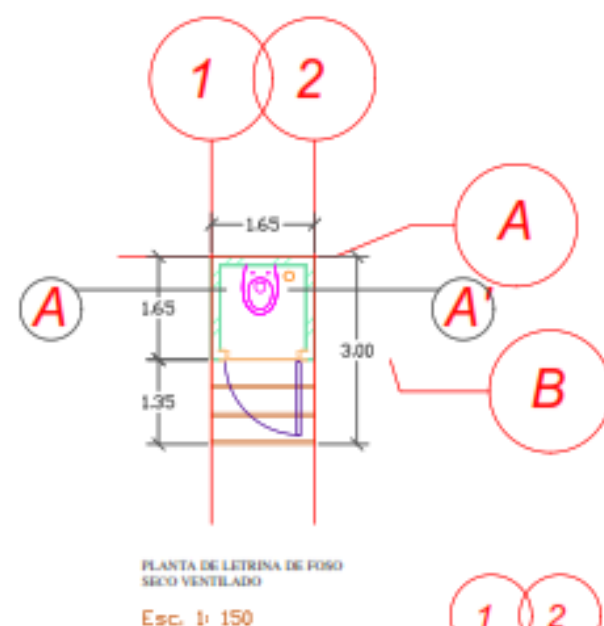
FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2018

LAMINA:

HS-13
HS-13





CONTENIDO:
PROPUESTA DE
LETRINA DE FOSO
SECO VENTILADO

UBICACION:
COMARCA DE EL
REGADÍO DEL
MUNICIPIO DE ESTELÍ

DIBUJO Y TOPOGRAFIA:
BR. JACOB KONTOROVSKY
BR. MILDRED MAIRENA
BR. OSCAR ESPINOZA

REVISO:
MSC. ING. JOSE
ANGEL BALTODANO

FECHA:
NOVIEMBRE DEL 2018

LAMINA:

HS-1
HS-1





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SECRETARIA

CARTA DE EGRESADO

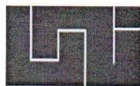
El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Construcción, hace constar que el (a) **BR. JACOB MOISES KONTOROVSKY SANCHEZ**, Carné No. 2013-0055N, Turno diurno de conformidad con el Reglamento de Régimen Académico Vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO** a solicitud de la parte interesada en la Ciudad de Managua, Al 14 día del mes de Agosto del año dos mil dieciocho.

DR. ING. EFRAIN CHAMORRO BLANDON
Secretario de Facultad



Cc: Archivo.
DIFECB/Claus*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SECRETARIA

CARTA DE EGRESADO

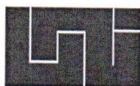
El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Construcción, hace constar que el (a) **BR. MILDRED KARELIA MAIRENA HERNANDEZ**, Carné No. 2013-0352N, Turno diurno de conformidad con el Reglamento de Régimen Académico Vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO** a solicitud de la parte interesada en la Ciudad de Managua, Al 14 día del mes de Agosto del año dos mil dieciocho.



DR. ING. EFRAIN CHAMORRO BLANDON
Secretario de Facultad

Cc: Archivo.
DIFECB/Claus*




UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN
SECRETARIA

CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la Facultad de Tecnología de la Construcción, hace constar que el (a) **BR. OSCAR EMIN ESPINOZA LANUZA**, Carné No. 2013-0016N, Turno diurno de conformidad con el Reglamento de Régimen Académico Vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO** a solicitud de la parte interesada en la Ciudad de Managua, Al 14 día del mes de Agosto del año dos mil dieciocho.


DR. ING. EFRAIN CHAMORRO BLANDÓN.
Secretario de Facultad



Cc: Archivo.
DIFECB/Claus*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
SEDE REGIONAL UNI-NORTE
RECINTO UNIVERSITARIO AUGUSTO C. SANDINO



SOLVENCIA

La Suscrita Responsable de Cuentas por Cobrar de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI-RUACS- RECINTO UNIVERSITARIO AUGUSTO C. SANDINO), hace constar que el joven **JACOB MOISES KONTOROVSKY SÁNCHEZ**, No. Carnet **2013-0055N**, estudiante de la carrera Ingeniería Civil. Pagó la matrícula semestre monográfico 2017, según recibo oficial de caja No.13391 y los seis meses de aranceles monográficos, según recibo oficial de caja No.13392, I cuota monográfica y No.13494 II, III, IV, V y VI Cuota monográfica, en el Recinto Universitario Augusto C. Sandino.

A solicitud de **JACOB MOISÉS KONTOROVSKY SÁNCHEZ**, extendiendo la presente a los Veintiocho días del mes de agosto 2018.

Atentamente,



Lic. Claudia Dayana Jirón Gadea
Resp. Cuentas por Cobrar
UNI-RUACS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
SEDE REGIONAL UNI-NORTE
RECINTO UNIVERSITARIO AUGUSTO C. SANDINO



SOLVENCIA

La Suscrita Responsable de Cuentas por Cobrar de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI-RUACS- RECINTO UNIVERSITARIO AUGUSTO C. SANDINO), hace constar que la joven **MILDRED KARELIA MAIRENA HERNANDEZ**, No. Carnet **2013-0352N**, estudiante de la carrera Ingeniería Civil. Pagó la matrícula semestre monográfico 2017, según recibo oficial de caja No.13613 y los seis meses de aranceles monográficos, según recibo oficial de caja No.13614, I cuota monográfica y No.13653 II, III, IV, V y VI Cuota monográfica, en el Recinto Universitario Augusto C. Sandino.

A solicitud de **MILDRED KARELIA MAIRENA HERNANDEZ**, extendiendo la presente a los Veintinueve días del mes de agosto 2018.

Atentamente,



Lic. Claudia Dayana Jiron Gadea
Resp. Cuentas por Cobrar
UNI-RUACS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
SEDE REGIONAL UNI-NORTE
RECINTO UNIVERSITARIO AUGUSTO C. SANDINO



SOLVENCIA

La Suscrita Responsable de Cuentas por Cobrar de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI-RUACS- RECINTO UNIVERSITARIO AUGUSTO C. SANDINO), hace constar que el joven **OSCAR EMÍN ESPINOZA LANUZA**, No. Carnet 2013-0016N, **estudiante de la carrera Ingeniería Civil**. Pagó la matrícula semestre monográfico 2017, según recibo oficial de caja No.4655 y los seis meses de aranceles monográficos, según recibo oficial de caja No.4656 I, II, y III cuota monográfica y No.22141 IV, V y VI Cuota monográfica, en el Recinto Universitario Augusto C. Sandino.

A solicitud de **OSCAR EMÍN ESPINOZA LANUZA**, extendiendo la presente a los quince días del mes de agosto 2018.

Atentamente,



Lic. **Claudia Dayana Jirón Gadea**
Resp. Cuentas por Cobrar
UNI-RUACS



Gobierno de Reconciliación
y Unidad Nacional
El Pueblo, Presidente!



2017

TIEMPOS DE *Por Gracia*
VICTORIAS! *de Dios!*

ALCALDIA DE ESTELI

Dirección de Obras Municipales

Estelí, 07 de noviembre del 2017.

Doctor
Oscar Gutiérrez Somarriba
Facultad de Tecnología de la Construcción
UNI- RUPAP

Estimado Doctor

La Alcaldía de Estelí en aras de fortalecer y mejorar el desarrollo del municipio, extiende el presente **AVAL** con el fin de dar a conocer la aprobación de la propuesta del proyecto para optar al título de **Ingeniero Civil** de los bachilleres, **MILDRED KARELIA MAIRENA HERNANDEZ, JACOB MOISES KONTOROSVKY SANCHEZ, OSCAR EMIN ESPINOZA LANUZA** identificados con carne estudiantil 2013-0352N, 2013-0055N, 2013-0016N respectivamente. El anteproyecto consiste en el Diseño de Abastecimiento de agua potable y Saneamiento de aguas residuales en la comunidad el Regadío, departamento de Estelí.

Sin más a que referirme, le saludo.

Atentamente,


Arq. Wilfredo Rodríguez Dávila
Dir. Obras Municipales



cc. archivo

CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!

Dirección de Obras Municipales.

Costado Oeste Parque Central Estelí - 2713 2610 -



FE,
FAMILIA
Y COMUNIDAD!
Ext.115